FOR THE PEOPLE
FOR EDVCATION
FOR SCIENCE

LIBRARY
OF
THE AMERICAN MUSEUM
OF
NATURAL HISTORY

MORPHOLOGISCHES JAHRBUCH.

59.06(43)N
eN

EINE ZEITSCHRIFT

FÜR

ANATOMIE UND ENTWICKELUNGSGESCHICHTE.

HERAUSGEGEBEN

VON

CARL GEGENBAUR,

PROFESSOR IN HEIDELBERG.

SIEBENTER BAND.

MIT 33 TAFELN UND 17 HOLZSCHNITTEN.

LEIPZIG,

VERLAG VON WILHELM ENGELMANN.

1882.

MORPHOLOGISCHES JAHRBUCH.

EINE ZEITSCHRIFT

FÜR

ANATOMIE UND ENTWICKELUNGSGESCHICHTE.

HERAUSGEGEBEN

VON

CARL GEGENBAUR.

'05. 21168. aug 18.

SIEBENTER BAND.

MIT 16 TAFELN UND 17 HOLZSCHNITTEN.

LEIPZIG,

VERLAG VON WILHELM ENGELMANN.

1881.

Inhalt des siebenten Bandes.

Erstes Heft.

Seite

Über das Hautskelet der Fische. Dritte Abtheilung. Von O. Hertwig. (Mit Taf. I—IV.) 1

Über die Doppelnatur des Ganglion ciliare. Von W. Krause. (Mit Taf. V.) 43

Untersuchungen über die Bauchmuskeln der Krokodile, Eidechsen und Schildkröten. Von H. Gadow. (Mit Taf. VI.) 57

Beiträge zur Entwicklungsgeschichte der Petromyzonten. Von W. B. Scott. (Mit Taf. VII—XI und 1 Holzschn.) 101

Über die Pars facialis des Lacrymale des Menschen. Von C. Gegenbaur. (Mit 2 Holzschn.) 173

Zweites Heft.

Der Organismus der Cilioflagellaten. Eine phylogenetische Studie. Von R. S. Bergh. (Mit Taf. XII—XVI u. 1 Holzschn.) 177

Über den feineren Bau der bei der Zelltheilung auftretenden fadenförmigen Differenzirungen des Zellkerns. Von W. Pfitzner. (Mit 2 Holzschn.) 289

Die dritte oder untere Stirnwindung und die innere obere Scheitelbogenwindung des Gorilla. Von Th. v. Bischoff 312

Kleinere Mittheilungen:

Über das Verhalten der Klappen in den Cruralvenen, so wie über das Vorkommen von Klappen in den großen Venenstämmen des Unterleibes. Von N. Friedreich. 323

Über das Becken der Fische. Von R. Wiedersheim. (Mit 2 Holzschn.) 326

Galilei über Knochenformen. Von A. Rauber. 327

Drittes Heft.

Seite

Beiträge zur Myologie der hinteren Extremität der Reptilien. Von H. Gadow. (Mit Taf. XVII—XXI u. 4 Holzschn.) 329

Anatomie der Clavularia prolifera n. sp. nebst einigen vergleichenden Bemerkungen. Von G. v. Koch. (Mit Taf. XXII—XXIII.) 467

Über den Conus arteriosus und die Arterienbogen der Amphibien. Von J. E. V. Boas. (Mit Taf. XXIV—XXVI u. 5 Holzschn.) 488

Viertes Heft.

Über die Glaskörper- und Netzhautgefäße des Aales. Von H. Virchow. (Mit Taf. XXVII.) 573

Vergleichend-anatomische Studien über das Gehirn des Maulwurfs. Von S. Ganser. (Mit Taf. XXVIII—XXXII.) 591

Nervenendigungen im Epithel. Von W. Pfitzner. (Mit Taf. XXXIII.) . 726

Nachträgliche Bemerkung zu der Mittheilung über die Pars facialis des menschlichen Thränenbeins. Von C. Gegenbaur 746

Über das Hautskelet der Fische.

Von

Oscar Hertwig,

a. o. Professor in Jena.

Mit Tafel I—IV.

Dritte Abtheilung.

Das Hautskelet der Pediculati, der Discoboli, der Gattung Diana, der Centriscidae, einiger Gattungen aus der Familie der Triglidae und der Plectognathen.

Nach längerer Pause lasse ich einen neuen Beitrag zu meinen vor vier Jahren begonnenen Untersuchungen über das Hautskelet der Fische folgen. Die Verzögerung wurde namentlich hervorgerufen durch die Schwierigkeit, welche mir die Herbeischaffung eines umfangreicheren Arbeitsmateriales verursachte. Um so mehr bin ich den Herren Professoren E. Haeckel, G. v. Koch und Steindachner für ihre freundliche Unterstützung zu Danke verpflichtet; auch aus dem Museum Godeffroy, durch welches schon so manche Naturforscher bei ihren Arbeiten Förderung erfahren haben, verschaffte ich mir dieses und jenes seltnere Object.

In dem vorliegenden Aufsatz handelt es sich um eine Anzahl von Knochenfischen, deren Hautverknöcherungen weder Ctenoid- noch Cycloidschuppen sind, sondern sich eher mit den Placoidschuppen der Selachier oder mit den Stacheln, welche die Grundlage für das Hautskelet der Acipenseriden abgeben, auf eine Stufe stellen lassen. Derartige Verknöcherungen finde ich bei den auch in anderer Beziehung so eigenthümlich gestalteten Pediculati und Discoboli, bei der Gattung Diana und Centriscus, bei einer Anzahl Vertreter

aus der artenreichen Familie der Triglidae: Dactylopterus, Peristedion und Aspidophorus und ferner bei der Unterordnung der Plectognathen. Obwohl innerhalb dieser Knochenfische eine sehr große Mannigfaltigkeit in der Bildung des Hautskelets herrscht, von welcher man sich zur Zeit bei dem Mangel einer zusammenfassenden Darstellung keine Vorstellung bilden kann, so treffen wir doch überall das Gemeinsame an, dass die Verknöcherungen auf einer primitiveren Stufe der Ausbildung stehen, als die Ctenoid- und Cycloidschuppen. Dies ist für mich auch der Grund gewesen, warum ich die oben namhaft gemachten Unterordnungen, Familien und Gattungen, obwohl sie im System zum Theil weit aus einander stehen, in einem Capitel gemeinsam abhandle.

1) Pediculati.

1) Cuvier u. Valenciennes, Histoire naturelle des poissons. T. XII. p. 335 — 507. 1837.
2) Kner, Über den Flossenbau der Fische. Sitzungsberichte der Kaiserlichen Akademie der Wissenschaften. Mathemat. naturwissensch. Classe. Bd. XLII. pag. 759—763. 1861.
3) Günther, Catalogue of the acanthopterygian fishes in the collection of the british museum. Bd. III. pag. 178—205. 1861.

Das Hautskelet der Pediculaten ist noch niemals zum Gegenstand einer besonderen histologischen Untersuchung gemacht worden. Die kurzen Angaben in den systematischen Werken von Cuvier und Valenciennes, von Günther und von Kner geben nur eine ungenügende Vorstellung von der Form und Structur der Hautverknöcherungen, die als feine Stacheln oder als rauhe Höcker beschrieben werden. Diese Lücke kann ich jetzt ausfüllen durch die Untersuchung von vier verschiedenen Arten, von Antennarius hispidus Schn.) und Antennarius marmoratus (Gth.), Halieutaea stellata (Wahl.) und Malthe vespertilio, von welchen eine jede Art ihre besonderen Eigenthümlichkeiten darbietet.

a) Antennarius hispidus und A. marmoratus.

(Taf. I Fig. 1, 4, 5, 9, 100mal vergr. — Taf. II Fig. 4, 170mal vergr.)

Bei Antennarius hispidus ist die ganze Körperoberfläche, der Kopf, der Rumpf, die paarigen und die unpaaren Flossen mit mikroskopisch kleinen Stacheln, welche die Haut rauh erscheinen lassen, gleichmäßig bedeckt. Mit Hilfe von Kalilauge isolirt erscheinen

die einzelnen Hautverknöcherungen als dünne, ovale oder runde Knochenplättchen, die aus einer structurlosen mit Kalksalzen imprägnirten Substanz bestehen (Taf. I Fig. 1). Von ihrer Mitte erhebt sich ein runder kurzer Schaft, der alsbald sich in zwei lange Stacheln (*d*) spaltet, welche über die Hautoberfläche hervorspringen, nach links und rechts weit aus einander weichen und ziemlich stark nach rückwärts gekrümmt sind. Der Schaft ist in seinem Inneren mit einer Höhle (*a*) versehen, die durch ein Loch im Basalplättchen (*c*) nach unten geöffnet und durch ein faseriges Bindegewebe, eine Art Pulpa, erfüllt ist. Größere und kleinere derartige Verknöcherungen, die durch Übergänge verknüpft sind, finden sich in einem Hautstückchen neben einander vor (Taf. I Fig. 4 u. 5). Die Basalplättchen liegen in den oberflächlichen Schichten des Corium und sind, da sie sich mit ihrem hinteren Rand ein wenig über den vorderen Rand des folgenden Plättchens hinüberschieben, zur Hautoberfläche etwas schräg gestellt; sie verbinden sich mit den gekreuzten Bindegewebslamellen fest und innig, indem das faserige Gewebe in die Knochengrundsubstanz continuirlich übergeht.

Auch an den Flossen werden die feinen Hautstacheln nicht vermisst, treten aber, was besonders bemerkt zu werden verdient, mit dem Flossenskelet in keine Verbindung. Die Flossenstrahlen, welche gegliedert und aus schmalen Flossenplättchen (Taf. I Fig. 9 *F*) zusammengesetzt sind, werden von der Epidermis durch eine Bindegewebslage getrennt. In dieser sitzen die stacheltragenden Basalplättchen fest (Taf. I Fig. 9 *c*); obwohl sie in Reihen angeordnet sind, welche den Flossenstrahlen entsprechen, gehen sie doch mit den dicht unter ihnen liegenden Flossenplättchen keine Verschmelzung ein.

Von Antennarius hispidus unterscheidet sich Antennarius marmoratus durch die Rückbildung des Hautskelets, auf dessen einstmalige Existenz mir indessen noch Cutispapillen hinzudeuten scheinen.

Schon Cuvier und Valenciennes bemerken (l. c. pag. 402), dass die Haut auch für das unbewaffnete Auge leicht höckerig erscheint, dass sie bedeckt ist von sehr kleinen Körnern, die dicht zusammenliegen und bei Berührung durch das Gefühl kaum wahrzunehmen sind. Schnitte lehren, dass das Corium (*n*), welches aus gekreuzten Bindegewebslamellen besteht, nach der Epidermis zu noch von einer lockeren Bindegewebsschicht überzogen ist (Taf II Fig. 4). Letztere erhebt sich hier und da in kleine Papillen (p^1), die ziemlich zellenreich sind und die dünne Epidermis nach außen hervorwölben.

Wahrscheinlich sind diese Papillen Stachelrudimente, deren Sclerosirung unterblieben ist.

b) Halieutaea stellata.

(Taf. I Fig. 3, 100 mal vergr., Fig. 10, 50 mal vergr., Fig. 7, 20 mal vergr. Taf. II Fig. 12, 20 mal vergr., Fig. 8 u. 13, 170 mal vergr.)

Größere Dimensionen und eine größere Variabilität als bei den Antennariusarten zeigen die dermalen Ossificationen bei Halieutaea stellata. Hier prägt sich zwischen der Bauch- und Rückenfläche der Haut ein Gegensatz aus, indem die Bauchfläche in ähnlicher Weise wie bei Antennarius, nur mit kleinen, unscheinbaren Stacheln ziemlich gleichmäßig bedeckt ist, während auf der Rückenfläche sich complicirtere Ossificationen vorfinden. Von der besonderen Form derselben hat Halieutaea stellata ihren Artnamen erhalten. »Tout le dessus du corps de ce poisson,« bemerken Cuvier und Valenciennes (l. c. pag. 459), »est herissé de petites pointes coniques et droites, qui s'implantent dans la peau par trois ou quatre petites racines, en sorte que leur base paraît comme étoilée. Le dessous est lisse, mais serré de très-petits grains épars et distans les uns des autres.«

Wenn wir ein Stück der bei Berührung sich rauh anfühlenden Bauchhaut in Kalilauge aufhellen (Taf. I Fig. 10), so sehen wir dieselbe mit zahlreichen kleinen Ossificationen bedeckt, die in geringen Abständen von einander im Corium befestigt sind und sich daher nicht mit ihren Rändern decken. Wir unterscheiden ein kleines structurloses Basalplättchen (Taf. I Fig. 3 *c*), das in drei, vier oder fünf durch Einbuchtungen von einander getrennte Zipfel (*m*) ausläuft — daher der Name stellata — und einen kleinen rückwärts gekrümmten Stachel (*d*). Derselbe geht an seiner Basis in drei bis fünf Leisten (*b*) über, die auf der Oberfläche des Plättchens radienartig bis an das Ende der Zipfel reichen.

Einen ganz abweichenden Anblick gewährt die Haut auf der Rückenseite des scheibenförmigen Körpers; zwar bilden auch hier wieder den Hauptbestandtheil dieselben Formen wie in der Bauchhaut, sternförmige mit einem einfachen Stachel versehene Plättchen, die gewöhnlich etwas kräftiger ausgebildet sind. Dazwischen aber zeichnen sich hie und da einzelne Formen durch ganz besondere Größe aus (Taf. II Fig. 12), sie ragen aus dem Wald der kleinen Stachelchen (*d*) wie die Bäume aus dem niedrigen Unterholz weit hervor und verleihen der Oberfläche des Fisches ein dorniges Aus-

sehen. Die Basalplatte (*c*) gewinnt dann auch eine der Größe des Stachels entsprechende Breite und Dicke und durchsetzt alle Bindegewebslamellen des Corium bis zum subcutanen Gewebe. Mit ihrer Größenzunahme gehen Veränderungen in ihrer histologischen Structur einher, indem sich zum homogenen Knochengewebe noch eine von Faserbündeln durchsetzte Knorpelsubstanz hinzugesellt.

Die homogene Knochensubstanz (Taf. II Fig. 12) nimmt die Oberfläche der Basalplatte ein, in der Mitte am stärksten verdünnt sie sich nach den Rändern zu: nach oben verlängert sie sich in den dicken und langen Stachel, der in seiner Grundsubstanz eine recht deutliche Schichtung erkennen lässt, als ob er aus zahlreichen in einander gesteckten Tüten bestände.

Auf die oberflächliche, verknöcherte Rindenschicht folgt nach abwärts der mit bindegewebigen Bestandtheilen reichlich versehene Knorpel, welcher den größten Theil der Platte bildet. Seine homogene und vollkommen durchscheinende Grundsubstanz schließt zahlreiche, runde oder ovale, kleine Höhlen ein, die von einem Kern mit spärlichem Protoplasma und Zellflüssigkeit erfüllt werden und einzeln oder in Gruppen zusammenliegen (Taf. II Fig. 8 u. 13 *t*). Die Knorpelsubstanz wird von stark glänzenden Bändern (*s*) durchsetzt, die unter einander zu einem Maschenwerk verbunden sind. Auf einem zur Hautoberfläche senkrecht geführten Durchschnitt (Taf. II Fig. 12) kann man längere Bänder (s^1) unterscheiden, die parallel zur convexen Fläche der Basalplatte in gleichmäßigen Abständen verlaufen, und kürzere Bänder (s^2), welche zu ersteren rechtwinklig gerichtet sie unter einander verbinden. Die Bänder, welche im frischen Zustand wahrscheinlich mit Kalksalzen imprägnirt sind, setzen sich von der Knorpelsubstanz scharf ab und gehen nach oben in das Knochengewebe über. Außerdem nimmt man noch zahlreiche runde Bindegewebsbündel (*r*) wahr, welche sich weniger scharf als die Bänder von der Grundsubstanz abheben. In der Mitte der Platte (Taf. II Fig. 12), wo sie etwas spärlicher vorkommen, verlaufen sie ganz senkrecht von oben nach unten, je näher der Peripherie dagegen um so mehr erhalten sie eine schräge Richtung und steigen vom Rand nach dem Centrum der Platte empor; hierbei durchbohren sie die ihnen entgegentretenden Bänder des eben beschriebenen Maschenwerks. Die Bündel zeigen eine fein fibrilläre Structur, was namentlich deutlich hervortritt, wenn sie an Flächenschnitten quer getroffen sind (Taf. II Fig. 13 *r*). Sie sind von einer sehr wechselnden Dicke. Die stärkeren sieht man häufig sich mehrmals dichotomisch in fei-

nere Bündelchen auflösen und sich dabei durch Seitenäste mit benachbarten Bündeln verbinden. Nach abwärts gehen sie in die geschichteten Bindegewebslamellen über, welche als eine dünne Schicht die Basalplatte vom lockeren subcutanen Gewebe trennen.

Zur Vervollständigung der histologischen Schilderung muss schließlich noch bemerkt werden, dass auch am Ursprung des Stachels einzelne kleinere und größere Knorpelinseln in der Knochensubstanz liegen (Taf. II Fig. 12 *t*).

Die stärker entwickelten und in ihrer histologischen Structur modificirten Basalplatten sind in ihrer Mitte am dicksten und nach der Peripherie zu in der Weise verdünnt, dass die obere Fläche stark nach unten geneigt ist. Letztere wird dann nach dem Rande zu durch immer zahlreicher werdende Lamellen des geschichteten Corium bedeckt, in dessen oberflächlichster Lage einzelne kleinere Hautstacheln zur Entwicklung gekommen sind (Taf. II Fig. 12 *d*); diese liegen demnach noch im Bereich der besser ausgebildeten Ossification über der Basalplatte derselben.

Eine besondere Modification erfahren die Hautossificationen der Halieutaea stellata an dem Rand des scheibenförmigen Körpers, an den beiden Seiten des sich verjüngenden hinteren Endes und an der unteren Fläche des Unterkiefers. Hier haben sich Verknöcherungen entwickelt, die in 3—5 große Stacheln (*d*) auslaufen (Taf. I Fig. 7, 20mal vergr.). Basalwärts sind die Stacheln unter einander zu einem kurzen dicken Schaft verschmolzen, nach oben dagegen werden sie frei und divergiren dabei leicht gekrümmt nach verschiedenen Richtungen. Der gemeinsame Schaft sitzt einer runden Platte auf, welche in ihrer Structur der Platte der großen Hautstacheln gleicht und das ganze Corium durchsetzt.

Das Flossenskelet von Halieutaea ist demjenigen von Antennarius sehr ähnlich. Die Flossenstrahlen, die parallel zu einander verlaufen und sich nicht dichotomisch verästeln, sind gegliedert und werden von dem an den Flossen verdünnten Corium überzogen. In diesem sind, wenigstens am Ursprung der Schwanzflosse, sehr kleine Hautstacheln nachweisbar, deren sternförmige Basalplättchen in Reihen gestellt die Flossenstrahlen bedecken. Wie bei Antennarius aber gehen sie mit letzteren keine Verbindung ein, sondern lassen sich von ihnen mit dem Corium leicht abziehen.

c) Malthe vespertilio.

(Taf. I Fig. 2 u. 6, 100 mal vergr., Fig. 8, 20 mal vergr., Taf. II Fig. 3, 50 mal vergr., Fig. 7, 400 mal vergr.)

An Halieutaea schließt sich Malthe vespertilio, von welcher ein kleines Exemplar untersucht wurde, sowohl in ihrer ganzen Körperform, als auch in der Beschaffenheit ihres Hautskelets in so fern an, als dasselbe zwischen Bauch- und Rückenfläche einen Gegensatz erkennen lässt.

Die Bauchhaut fühlt sich feinkörnig an; in ihr liegen, durch kleine Zwischenräume getrennt, ovale oder runde Basalplättchen (Taf. I Fig. 2 *c*), deren Mitte einen dünnen, etwas nach rückwärts gekrümmten Stachel (*d*) trägt. Von der Basis des letzteren strahlen nach dem Rand des Plättchens radienartig zahlreiche schmale und niedrige Leisten (*b*) aus, zwischen welche sich noch vom Rand her kürzere Leisten einschieben. In ihrer Größe variiren die kleinen Ossificationen in hohem Grade (Taf. I Fig. 6).

Ähnliche Gebilde kehren in der Rückenhaut wieder, doch gesellen sich hier zu ihnen auch noch größere und modificirte Formen, von denen Cuvier und Valenciennes (l. c. pag. 444) Folgendes bemerken: »Chacun d'eux consiste en un cône à base circulaire, strié en rayons par des lignes grenues et terminé par une pointe conique qui dans un grand nombre est elle-même herissée de pointes plus petites.« Die größeren Ossificationen bedecken 1) die Oberfläche des Kopfes, 2) den Rand des scheibenförmig abgeplatteten vorderen Körpertheils, woselbst sie zu einer Art Panzer zusammengefügt sind, 3) die Rücken- und Seitenflächen des sich verjüngenden hinteren Leibesendes und 4) bilden sie einen Streifen, welcher der Mitte des Rückens entlang verläuft.

Die einzelnen Ossificationen (Taf. I Fig. 8, 20 mal vergr.) besitzen die Form eines Kegels und da sie sich außerdem noch an ihrer Spitze in einen starken Stachel (d^1) verlängern, so ragen sie über die Körperoberfläche nicht unbedeutend vor und verleihen ihr ein dorniges Aussehen. Nach abwärts von dem großen centralen Stachel (d^1) erheben sich von der Oberfläche des Kegels noch zahlreichere kleinere Stacheln (d^2), die nur bei Anwendung von Vergrößerungen zu bemerken sind. Sie sind in Reihen angeordnet, die von der Mitte nach dem Rand radienartig divergiren und dabei an Größe etwas abnehmen. Außerdem ist die Oberfläche des Kegels noch

durch ein System von homogenen Leisten (*b*) geziert, die ebenfalls von der Mitte nach der Peripherie verlaufen und durch kleine Querleisten netzförmig unter einander verbunden sind. Auf den Leisten und zwar an den Knotenpunkten, wo mehrere derselben zusammentreffen, sitzen die oben erwähnten kleinen Stachelchen.

Wenn so auch äußerlich die vorliegenden Gebilde von den großen Hautstacheln von Halieutaea verschieden sind, so stimmen sie dagegen in ihrem feineren Bau in vielen Punkten mit ihnen überein. Wie uns der Durchschnitt (Taf. II Fig. 3) zeigt, treffen wir auch hier wieder, wennschon in etwas modificirter Weise, jene eigenthümliche Combination von Knochen-, Knorpel- und Fasergewebe an, die wir bei Halieutaea kennen gelernt haben. Die homogene Knochensubstanz ist auf die Rindenschicht des Kegels und auf die Stacheln beschränkt, von welchen der Hauptstachel (d^1) wieder deutlich geschichtet ist. Das ganze Innere füllt eine homogene Knorpelsubstanz mit kleinen blasigen Knorpelzellen aus (Taf. II Fig. 7 *t*). Dieselbe wird von Bindegewebsbündeln (*r*) durchzogen, die von unten nach oben aufsteigen und dabei nach der Spitze des Kegels etwas convergiren. Die Bündel geben Seitenzweige ab und anastomosiren dadurch unter einander. So weit herrscht eine große Übereinstimmung mit Halieutaea. Auf der anderen Seite fehlt aber das Netz stark glänzender Bänder, durch welche dort die Knorpelsubstanz auf Schnitten wie in kleine Fächer abgetheilt erschien (Taf. II Fig. 8, 12, 13 s^1, s^2). Nach unten wird der Kegel von einer glatten Fläche begrenzt, welche durch einige Bindegewebslamellen des Corium vom subcutanen Gewebe getrennt wird. Einige Pigmentzellen lassen die untere Grenze gewöhnlich noch schärfer hervortreten.

Vergleichung. Wenn wir am Schluss der Beschreibung einen vergleichenden Rückblick auf die verschiedenen Formen des Hautskelets der Pediculaten werfen, so lässt sich nicht verkennen, dass sie sich alle auf eine einfache Grundform zurückführen lassen. Diese Grundform ist ein Hautstachel, der mit plattenartig verbreiterter Basis, dem Basalplättchen, in den Bindegewebslamellen des Corium befestigt ist, wie wir dies an der Bauchhaut von Halieutaea und Malthe sahen (Taf. I Fig. 2, 3, 10). Seine Größe kann bedeutend variiren, von nur mikroskopisch wahrnehmbaren Hautstacheln lassen sich alle Übergänge zu den zehn- bis hundertmal größeren Dornen auf dem Rücken von Halieutaea auffinden. Mit der Größenzunahme gehen interessante Veränderungen in der histologischen Structur des

Basalplättchens Hand in Hand, indem sich Faserknorpel im geschichteten Corium entwickelt.

Andere Modificationen des Hautskelets sind auf Verschmelzungsprocesse zurückzuführen und dann wohl in der Weise zu erklären, dass Anlagen von Hautstacheln dicht bei einander entstanden und in Folge dessen partiell unter einander verwachsen sind. So finden wir das Hautskelet von Antennarius hispidus aus lauter Zwillingsbildungen zusammengesetzt, indem von einem Basalplättchen und einem gemeinschaftlichen basalen Schaft aus zwei Stacheln nach entgegengesetzten Richtungen divergiren (Taf. I Fig. 1). 3—5 große Hautstacheln treffen wir bei Halieutaea an bestimmten Bezirken zu einer neuen Einheit verbunden (Taf. I Fig. 7). Bei Malthe endlich erkennen wir in den kegelförmigen Ossificationen des Rückens (Taf. I Fig. 8) einen centralen großen Stachel, welcher den Ausgangspunkt der Verknöcherung gebildet und sich seitlich mit neuen kleineren Stacheln vereinigt hat.

Die Befunde bei den Pediculaten lassen eine Deutung als irrthümlich erscheinen, welche ich früher glaubte vertreten zu können. Da bei den Siluroiden und Acipenseriden die Flossenplättchen entweder mit Zähnen oder mit Stacheln bedeckt sind, so glaubte ich daraus den Schluss ziehen zu dürfen, dass die Flossenplättchen mit zum Hautskelet zu rechnen und wie die Theile desselben durch Concrescenz von Zähnchen oder Stacheln entstanden seien. Ich zog diesen Schluss, obwohl die Entwicklung des Flossenskelets, der Umstand, dass die Plättchen und Stacheln bei den Siluroiden und Acipenseriden getrennt entstehen und erst nachträglich verschmelzen, meiner Deutung, wie ich auch damals hervorhob, anscheinend nicht günstig war[1]. Die Untersuchung der Pediculaten und anderer Teleostier hat mich eines Bessern belehrt. Da hier die Flossenplättchen keine Stacheln tragen, dagegen an der Basis der Flosse noch von einer dünnen Coriumschicht überzogen werden, die besondere kleine Hautossificationen einschließt (Taf. I Fig. 9), so folgt daraus, dass die Flossenplättchen Verknöcherungen selbständiger Art sind. Sie entstehen durch selbständige Verkalkung der Hornfäden und sind daher zum Hautskelet im engeren Sinne nicht mehr hinzuzurechnen. Wo wir sie mit Stacheln oder Zähnchen bewaffnet sehen, haben wir es mit secundären Verschmelzungen zu thun. Die Entwicklung der

[1] Oscar Hertwig, Über das Hautskelet der Fische. Erste Abtheilung. pag. 369 etc.

Flossenplättchen, wie ich dieselbe von Siluroiden und Acipenseriden beschrieben habe, ist daher keine abgeänderte, sondern eine ursprüngliche.

2) Discoboli.

(Taf. I Fig. 11—13, 100mal vergr., Fig. 14, schwach vergr., Taf. II Fig. 1, 5, 11, 100mal vergr.)

1) Günther, Catalogue of the acanthopterygian fishes in the collection of the british museum. Bd. III pag. 154—165. 1861.
2) Kner, Über den Flossenbau der Fische. Sitzungsberichte der Kaiserlichen Akademie derWissenschaften, mathemat.-naturwiss. Classe. Bd. XLII pag. 767—769. 1861.
3) Baudelot, Recherches sur la structure et le développement des écailles des poissons osseux. Archives de zoologie expérimentale et générale. T. II 1873.

In der kleinen Abtheilung der Discoboli ist die Gattung Liparis mit einer nackten und schleimigen Haut, die Gattung Cyclopterus dagegen mit einem Hautskelet versehen, wie es ähnlich bei keinem anderen Teleostier beobachtet wird. Aus beiden Gruppen habe ich einen Vertreter untersucht, je ein gut conservirtes Exemplar von Lepadogaster und von Cyclopterus lumpus.

Einen Durchschnitt durch die Haut einer nackten Form, des Lepadogaster, giebt Figur 11 auf Tafel II. Sie wurde in die vorliegende Arbeit mit aufgenommen, um darzuthun, wie vielfach bei nackten Arten das Corium reichlich mit Papillen ausgestattet ist. Bei Lepadogaster liegt den geschichteten Lamellen des Corium eine lockere subepidermoidale Bindegewebsschicht (*p*) auf und diese erhebt sich in zahlreiche, dicht bei einander stehende, lange Papillen (p^1), welche sich zuweilen an ihrem Ende in zwei Spitzen theilen. Die hierdurch bedingten Unebenheiten sind von außen nicht wahrnehmbar, denn die Epidermis, welche sehr dick ist, gleicht alle Unebenheiten wieder aus und lässt die Hautoberfläche vollkommen glatt erscheinen. Unmittelbar über dem Corium besteht sie aus ein bis zwei Lagen theils kubischer theils cylindrischer Zellen, einer Art Stratum Malpighi, darauf folgen dann zahlreiche kleinere und größere kuglige Schleimzellen (*o*).

Der zur Untersuchung verwandte Cyclopterus lumpus war noch ein sehr junges Exemplar, welches erst die geringe Länge von 4 cm erreicht hatte. Der Körper ist bei Cyclopterus auf jeder Seite mit vier Längsreihen stachliger Höcker besetzt. Die erste Reihe verläuft

jederseits dicht neben der Rückenlinie, sie ist sehr kurz, da sie nur vom Ende der ersten bis zum Anfang der zweiten Rückenflosse reicht, die zweite und zugleich längste Reihe beginnt oberhalb des Auges und dehnt sich bis zum Anfang der Schwanzflosse aus, in kurzer Entfernung unter ihr folgt die dritte etwas kürzere Reihe und endlich die vierte, welche die Bauchwand von der Seitenwand des Körpers abgrenzt. Daran schließt sich noch eine unpaare Reihe von Höckern, welche den vorderen Rand der ersten Rückenflosse garnirt. Die dazwischen gelegenen Hautstrecken sind nur mit kleinen kaum wahrnehmbaren Höckerchen bedeckt, so dass sie ziemlich glatt erscheinen.

Wenn wir nun ein glatt erscheinendes Stückchen Haut ablösen und in Kalilauge aufhellen, so sehen wir hie und da durch größere Abstände von einander getrennte kleine Stachelchen (Taf. I Fig. 11 u. 12). Dieselben sind sehr kurz und verbinden sich nicht, wie es sonst zu geschehen pflegt, mit einem Knochenplättchen, sondern enden quer abgestutzt und sind mit einer kleinen halbkugligen Aushöhlung (*a*) an der Basis versehen. Sie sind von verschiedener Größe, die kleinsten, welche noch in der Entwicklung begriffen zu sein scheinen, sind in der Epidermis (*E*) ganz versteckt (Taf. II Fig. 5), und auch die größeren (Taf. II Fig. 1) sehen aus ihr nur wenig mit der scharfen, nach rückwärts gerichteten Spitze hervor. An Durchschnitten durch entkalkte Hautstückchen (Taf. II Fig. 1 u. 5) findet man das Corium (*n*) aus geschichteten Bindegewebslamellen zusammengesetzt und von einer dicken mit zahlreichen runden Schleimzellen (*o*) ausgestatteten Epidermis (*E*) überzogen. Überall wo Hautstachelchen entwickelt sind, schiebt sich zwischen die geschichteten Bindegewebslamellen und die Epidermis ein zellenreiches faseriges Bindegewebe (*p*) dazwischen, welches einen kleinen Höcker hervorruft. In demselben ist der Stachel mit seiner Basis befestigt, während er mit seiner Spitze in die Epidermis eindringt und hier endet oder die Epidermis durchbohrt. Der ausgehöhlten Basis (*a*), dem Rand und dem unteren Abschnitt seiner äußeren Fläche liegen epithelartig angeordnete Zellen (*l*) an, in welchen man ohne Frage die Bildungszellen des Stachels zu erblicken hat. Mit den geschichteten Coriumlamellen selbst treten die kleinen Hautossificationen des Cyclopterus in keine Beziehung, was wohl auf den Mangel eines Basalplättchens zurückzuführen ist.

Wenn wir uns jetzt zu den größeren, in Reihen angeordneten Gebilden des Hautskelets wenden, welche zu dem charakteristischen

Äußeren des Cyclopterus (Taf. I Fig. 13, 100 mal vergr. u. Fig. 14, schwach vergr.) wesentlich mit beitragen, so sehen wir dieselben zunächst in ihrer Größe sehr variiren. Nach dem Schwanzende des Körpers zu werden sie sehr unscheinbar, dagegen sind sie in der Körpermitte und namentlich in der dritten und vierten Reihe voluminöser und erheben sich, in eine gekrümmte Spitze endend, weit über die Oberfläche.

Die kleineren Ossificationen (Taf. I Fig. 13) erscheinen als gerade Kegel, die in ihrem Innern (a) ausgehöhlt und mit lockerem zellenreichem Bindegewebe erfüllt sind. Etwas nach abwärts von ihrer Spitze ist die Wandung mit 5—10 kleinen Stachelchen (d^2) von der Form und Größe, wie sie in der Haut auch vereinzelt vorkommen, bedeckt. Die Basis der Stachelchen ist mit einer Aushöhlung (a^1) versehen, die sich in den großen Hohlraum des Kegels öffnet. Von derartigen Formen des Hautskelets finden sich alle Übergänge zu den voluminöseren Kegeln (Fig. 14) vor, die ihrer Größe entsprechend zahlreichere Stacheln, die sich bis auf hundert belaufen können, auf ihrer Oberfläche tragen. An Durchschnitten durch derartige Ossificationen bemerkt man, dass sich unmittelbar an ihren unteren Rand noch einzelne isolirte Hautstachelchen von der bekannten Form anschließen. Dadurch, dass dieselben mit dem Rand verwachsen, wird ohne Zweifel die Vergrößerung des Kegels, der so eine immer breitere Basis gewinnt und sich immer mehr über die Oberfläche emporhebt, in einfachster Weise hervorgerufen werden.

Vom Flossenskelet ist wenig zu bemerken. Die Strahlen sind gegliedert, die einzelnen Plättchen sind auf ihrer Oberfläche glatt und unbestachelt, sie werden mit Ausnahme der ersten Rückenflosse von einer dünnen Coriumschicht überzogen, die frei von Ossificationen ist. Nur dem vorderen Rand der ersten Rückenflosse entlang sind, wie schon hervorgehoben wurde, in einer Reihe angeordnete größere Kegel anzutreffen.

Vergleichung. Wie aus der obigen Darstellung klar hervorgeht, ist auch für das Hautskelet der Discoboli eine gemeinsame einfache Ausgangsform nachweisbar in den kleinen überall im Integument zerstreuten an ihrer Basis ausgehöhlten Stachelchen. Denn die aus der Haut hervorstehenden größeren und kleineren kegelförmigen Knochengebilde sind nichts Anderes als eine Vielheit derartiger Stachel, die sich um einen größeren central gelegenen Stachel in der Weise vereint haben, dass sie gemeinsam einen Hohlkegel herstellen.

Von den Hautstacheln der Acipenseriden und Pediculaten unterscheidet sich die Grundform der Discoboli durch das Fehlen des Basalplättchens, in Folge dessen auch die Verknöcherung nur auf die oberen lockeren Gewebsschichten des Corium beschränkt bleibt und auf die geschichteten Bindegewebslamellen nicht übergreift.

3) Diana semilunata (Risso).

(Taf. I Fig. 24 u. 25, 50mal vergr., Fig. 27 u. 29, 100mal vergr.)

1) Cuvier u. Valenciennes, Histoire naturelle des poissons. Bd. IX. pag. 352—359. 1833.
2) Günther, Catalogue of the acanthopterygian fishes in the collection of the british museum. Bd. II. pag. 413. 1860.

Unter den Scomberoiden giebt es einen schönen silberglänzenden Fisch, Diana semilunata, welcher der einzige Vertreter der gleichlautenden Gattung ist. Wegen seiner sonderbaren sternförmigen Schuppen hat er von Bonelli den Namen Astrodermus elegans erhalten, einen Namen, der auch von Cuvier und Valenciennes angenommen wurde, der aber in der Neuzeit wieder der älteren Bezeichung Diana (Risso) hat weichen müssen.

Cuvier und Valenciennes (l. c. p. 357) geben vom Hautskelet des Astrodermus eine kurze Beschreibung, die seitdem nicht weiter vervollständigt worden ist. »Le corps et même toutes les parties de la tête de ce poisson, le maxillaire excepté« — heißt es in der Naturgeschichte der Fische, — »sont couverts d'une infinité de très-petites écailles serrées, qui en rendent la surface âpre au toucher, comme celle d'une roussette (squalus catulus). Vues à la loupe, elles présentent chacune la figure d'une étoile rayonnante de toute part; aussi ne se recouvrent-elles point mutuellement, mais sont attachées chacune par un pédicule. Il y en a dans le nombre qui sont en forme de disque rond et ont à leur surface quelques lignes saillantes formant l'étoile. Aucune nageoire n'a d'écailles.«

Ich hatte Gelegenheit ein junges 6 cm langes Thier auf sein Hautskelet zu untersuchen. Figur 25 auf Tafel I stellt ein Stückchen Haut in Kalilauge aufgehellt bei 50facher Vergrößerung dar und zeigt wie passend der Name Astrodermus gewählt war, denn die einzelnen kleinen Hautossificationen, welche in kleinen Abständen bei einander liegen, so dass sie sich gegenseitig mit ihren Strahlen nicht berühren, sehen von der Fläche betrachtet wie Ordenssterne aus. An einer jeden Taf. I Fig. 25 u. 29 sind drei Theile zu

unterscheiden: 1) eine kleine runde oder ovale im Corium eingebettete Basalplatte (*c*), 2) ein senkrecht von ihr aufsteigender Schaft (*h*), der gewöhnlich von links nach rechts comprimirt, selten rund ist, und 3) eine zweite ovale Platte, in welche der Schaft sich an seinem oberen Ende verbreitert und welche sich allein einem Ordensstern vergleichen lässt. Die Platte ist an ihrer oberen Fläche ein wenig vertieft und läuft an ihrem zugeschärften Rande in 4—6 Zacken (*d* u. *g*) aus, die nach allen Richtungen ausstrahlen. Am stärksten und längsten ist eine nach rückwärts gekehrte Zacke (*d*), schwächer sind die seitlichen und vorderen (*g*), welche sich zuweilen auch in zwei kleine Zäckchen gabeln. Schaft und sternförmige Platte ragen über die Körperoberfläche hervor, wobei sie von der dünnen Epidermis einen Überzug erhalten. Im Übrigen bieten die einzelnen Ossificationen unter einander geringe Verschiedenheiten dar, die sich theils in der Größe, theils in der Form des Schaftes und in der Zahl und Größe der Zacken der Endplatte äußern. Bemerkenswerth sind ganz kleine vielleicht noch in der Entwicklung begriffene Formen (Taf. I Fig. 27), unscheinbare Basalplättchen (*c*) mit einem dünnen spitz endenden Stachel (*d*); da letzterer an Kalilaugepräparaten noch von einer unverkalkten bindegewebigen Substanz umhüllt ist, scheint seine Entwicklung noch nicht abgeschlossen zu sein.

Auch im Bereich der Flossen fehlen bei Diana die Hautossificationen nicht. So sind z. B. an der Schwanzflosse (Taf. I Fig. 24), welche durch dünne ungegliederte Strahlen gestützt wird, die proximal gelegenen biegsamen schmalen Knochenplättchen mit einer Reihe dicht bei einander stehender Stacheln (*d*) besetzt, die in eine scharfe Spitze auslaufen. An der Flossenbasis sind die Stacheln so dicht zusammengerückt, dass sie nach unten mit einander verschmolzen sind und dadurch in ihrer Gesammtheit einen gezackten Kamm darstellen. Weiter distalwärts stehen sie isolirt, dann werden sie kleiner und von der Mitte der Flosse an schwinden sie, so dass von hier an die ungegliederten Strahlen eine glatte Oberfläche haben.

Vergleichung. Trotz seiner eigenartigen Beschaffenheit schließt sich das Hautskelet der Diana am nächsten an die in diesem Abschnitt besprochenen und noch zu besprechenden Formen an, während es mit Cycloid- und Ctenoidschuppen keinen Vergleich zulässt. Wie bei den Pediculaten treffen wir auch hier einen im Corium festgehefteten Theil — das Basalplättchen — und einen über die Körperoberfläche hervorspringenden Theil, der dem Hautstachel zu vergleichen, aber in besonderer Weise stark modificirt

worden ist, indem sein Ende sich verbreitert und in zahlreiche Spitzen ausgezackt hat. Indessen tritt uns die ursprüngliche und einfache Form des Hautstachels auch bei Diana noch im Bereich des Flossenskelets (Taf. I Fig. 24) unverhüllt entgegen.

4) Centriscidae.

(Taf. I Fig. 15—17, 19—22, 50mal vergr., Fig. 18 u. 26, 100mal vergr., Taf. II Fig. 2 u. 6, 100mal vergr.)

1) Günther, Catalogue of the acanthopterygian fishes in the collection of the british museum. Bd. III. pag. 518—528. 1861.
2) Kner, Über den Flossenbau der Fische. Sitzungsberichte der Kaiserlichen Akademie der Wissenschaften. Mathemat. naturwiss. Classe Bd. 42. pag. 256—260. 1861.

In der alten Müller'schen Familie der Fistularidae, die neuerdings in zwei Familien gespalten worden ist, unterscheiden sich die einzelnen Gattungen durch die Beschaffenheit ihres Integuments sehr wesentlich von einander; während die Haut von Fistularia selbst nackt ist, ist sie bei Amphisile mit Knochenplatten gepanzert, bei Aulostoma birgt sie gewöhnliche kleine Cycloidschuppen, bei Centriscus endlich bietet sie uns Ossificationen dar, welche uns hier allein näher beschäftigen sollen.

Das Hautskelet von Centriscus ist, wie das aller vorher beschriebenen Arten, bis jetzt ungenügend bekannt geworden. Günther (pag. 520) spricht in dem Katalog der Fische des brittischen Museums bei der Diagnose des Centriscus nur von schmalen rauhen Schuppen, welche gestreift sind und in Stacheln enden. Genauer ist Kner, wenn er sagt (pag. 258): »Centriscus hat eigenthümlich rauh gefurchte Schuppen, die man zwar ctenoide nennen kann, da ihr freier Rand in 6—7 scharfe Zähnchen ausläuft, die aber übrigens von allen mir bekannten wesentlich abweichen. Sie sitzen nämlich mit zwei, öfters mit drei quer abstehenden, dornähnlichen Wurzeln in der Haut fest, und diese vereinigen sich in einen Stiel, welcher erst in die convexe Flächen-Ausbreitung der Schuppe übergeht.«

Bei Centriscus scolopax variiren die Theile des Hautskelets in den verschiedenen Regionen des Körpers. Wenn man von der Seitengegend des Rumpfes die Schuppen durch Kalilauge isolirt, so erhält man Formen, wie sie in Figur 15 und 16 auf Tafel I bei Ansicht von oben abgebildet sind. An denselben erkennt man ein kleines rhombisches Knochenplättchen (*c*), das in vier Zipfel aus-

läuft, von denen die zwei längern nach vorn und hinten, die zwei kürzern nach den Seiten gerichtet sind. Auf der Mitte des Plättchens sitzt, wie man bei Betrachtung von der Seite sieht, ein kurzer runder Schaft (*h*) und trägt eine zweite dünne, etwas größere Knochenlamelle, welche sich in ihrer Form einem gesägten Blatte vergleichen lässt; an dem Ende, mit dem das Blatt am Schaft wie an einem Stiel festsitzt, ist es oval abgerundet, am entgegengesetzten, dem Schwanze des Fisches zugekehrten Ende dagegen in eine scharfe Spitze ausgezogen, an welche sich in einiger Entfernung jederseits noch 2—4 kleinere spitze Zacken (*g*) anschließen. An ihrer oberen Fläche ist die Lamelle mit einigen leistenartigen Erhebungen versehen, erstens mit einer Hauptleiste (f^1), welche weit nach oben vorspringt, von der hinteren Spitze bis zu der Anheftungsstelle reicht und das Blatt in eine linke und rechte Hälfte halbirt, und zweitens mit Nebenleisten (f^2), die weit niedriger und gewöhnlich nur auf die hintere Hälfte der Lamelle beschränkt sind, an je einer Nebenzacke (*g*) beginnen und parallel zur Mittelleiste eine Strecke weit nach vorn verlaufen.

Weiteren Aufschluss über Form und Lage der Ossificationen geben Längs- und Querschnitte (Taf. II Fig. 2 u. 6). Die rhombische Basalplatte (*c*) haftet in den oberflächlichen Schichten des Corium fest und ist nach oben noch von einer Schicht lockeren Bindegewebes bedeckt, der kurze Schaft (*h*) dagegen und die von ihm getragene blattartige Knochenlamelle erheben sich über die Oberfläche des Corium und erhalten nur von der Epidermis (*E*) einen dünnen Überzug abgeplatteter Zellen. An Querschnitten (Taf. II Fig. 6) tritt deutlich das Verhältnis der Leisten (f^1 u. f^2) hervor, von denen sich die mittlere (f^1) durch ihre oft bedeutende Höhe auszeichnet. Ferner ist in der homogenen Grundsubstanz der Hautossification eine feine Streifung zu bemerken, welche die Contouren der Oberfläche wiederholt.

Die einzelnen dicht an einander gefügten Schuppen sind in alternirenden Reihen angeordnet; sie schieben sich — man vergleiche Taf. I Fig. 30, welche sich auf einen Dactylopterus bezieht — mit dem freien ausgezackten Rand ihrer blattartig gestalteten Lamellen über einander, so dass die Spitze des einen Blättchens in den Zwischenraum der zwei nächstfolgenden hineinragt. Dagegen breiten sich die kleineren Basalplatten im Corium in einer Ebene aus und werden von einander durch schmale Zwischenräume getrennt (Taf. II Fig. 2).

Abweichungen von der eben beschriebenen Form der Schuppen werden an folgenden Stellen des Körpers angetroffen, 1) in der Haut der hinteren Augenhälfte, 2) an der Basis der Brustflosse, 3) in der Seitenlinie, 4) an dem ventralen Kiel, in welchem die Seitenflächen des Bauches zusammenstoßen, 5) am Kopf, 6) an den Flossen.

Das Auge von Centriscus scolopax besitzt die Eigenthümlichkeit, dass es in seiner hinteren Hälfte von einer schuppentragenden Haut überzogen wird. Unter den Schüppchen, die zum Theil von sehr geringer Größe und wechselnder Gestalt sind (Taf. I Fig. 17, 19, 20), trifft man Basalplättchen, von denen ein kleiner gekrümmter Stachel (Fig. 19) ausgeht, der zuweilen von links nach rechts komprimirt ist (Fig. 20). Oder es entspringt von einer basalen Platte ein Schaft, der sich alsbald nach oben verbreitert und abgeplattet wird, ohne indessen mit Zacken und Leisten versehen zu sein. Oder es finden sich — und das ist das Gewöhnliche — Formen wie am Rumpf, nur kleiner und mit weniger Zacken und Leisten versehen (Fig. 17). Ähnlich verhält sich auch die Haut an der Basis der Brustflosse (Taf. I Fig. 18). Dagegen haben sich in der Seitenlinie von der Scapularregion an drei umfangreichere Knochenplatten entwickelt, die mit vorspringenden Blättern und Stacheln in größerer Zahl bedeckt sind. Knochenplatten mit ähnlichen Rauhigkeiten sind am Bauchkiel und am Kopf nachweisbar. Endlich treffen wir auch in Verbindung mit dem Flossenskelet noch besonders modificirte Hautossificationen an. Die meisten Strahlen der Flossen von Centriscus sind, wie auch Kner bemerkt hat, gegliedert und durch feine Zähnchen rauh anzufühlen. An einem mit Kalilauge aufgehellten Strahl der Schwanzflosse z. B. sind die proximal gelegenen quadratischen Plättchen (Taf. I Fig. 21 *F*) mit stachelartigen Vorsprüngen (*d*) bedeckt, die in zwei bis drei Reihen stehen. Die Stacheln sind von links nach rechts comprimirt, wodurch sie einen oberen schneidenden Rand erhalten, und sind mit ihrer feinen Spitze stark nach rückwärts gekrümmt, so dass sie nur wenig über die Hautoberfläche hervorsehen. Nach der Peripherie der Flosse zu werden die schneidenden Vorsprünge seltener und kleiner und fehlen endlich ganz. Auf den vordersten Strahlen der unpaaren Flossen sind die in Reihen gestellten Stacheln an ihrer Basis unter einander verschmolzen und erzeugen in dieser Weise gezähnelte oder gezackte Knochenleisten.

Von den Centriscidae habe ich noch eine zweite sehr kleine Art, den Centriscus brevispinis, untersucht, der auf den ersten Anblick

schuppenlos erscheint, so unansehnlich sind seine Hautossificationen (Taf. I Fig. 26). Von einem kleinen in vier lange Zipfel auslaufenden Basalplättchen (*c*) erhebt sich der aus der Haut hervorstehende Theil (*d*), der einem Blatte gleicht, in eine einzige feine Spitze ausläuft und auf seiner Oberfläche auch nur eine einzige hohe Leiste (*f*[1]) trägt. Das Blatt wird nach dem Rande zu sehr dünn und scheint gar nicht mit Kalksalzen imprägnirt zu sein. Auch auf den Flossenplättchen sind die Stacheln sehr unscheinbar geworden. Alles macht den Eindruck, als ob das Hautskelet vom Centriscus brevispinis sich rückzubilden im Begriffe stände.

Vergleichung. An welche Formen des Hautskelets schließen sich die von Centriscus beschriebenen Ossificationen an? Mit Cycloid- und Ctenoidschuppen — das wollen wir gleich bemerken — zeigen sie auch in keiner Beziehung eine Ähnlichkeit, dagegen gleichen sie in ihrem Aussehen, wenn wir von der histologischen Structur absehen — den Placoidschuppen mancher Haie. So ähnelt z. B. die Figur 16 auf Tafel I in auffallender Weise der Abbildung einer Schuppe von Mustelus laevis, welche ich vor Jahren in einer Abhandlung über den Bau und die Entwicklung der Placoidschuppen und der Zähne der Selachier[1] veröffentlicht habe. Beide bestehen aus einer im Corium festsitzenden Basalplatte und einem Schuppenstachel, der bei Mustelus sowohl als auch bei Centriscus von oben nach unten plattgedrückt und durch eine halsartig verdünnte Basis. eine Art Stiel mit der Basalplatte verbunden ist.

Die Schuppen von Centriscus sind daher morphologisch gleichwerthig den einfachen Ossificationen in der Haut der Pediculaten, des Cyclopterus, der Diana. Auch hat sich bei ihm die einfachere Form des Hautstachels noch an verschiedenen Stellen des Integuments erhalten, wie am Auge, am Schultergürtel und an den Flossenplättchen. Die umfangreicheren Knochenstücke am Kopf, in der Seitenlinie und am Bauch erklären sich aus stattgehabter Verschmelzung ursprünglich discreter Ossificationen, worauf die zahlreichen Vorsprünge, die als Leisten, Kämme oder Stacheln verschieden modificirt sind, hinweisen. Im Bereich des Flossenskelets haben sich wieder stachelartige Hautossificationen mit den selbständig ossificirten Flossenplättchen verbunden.

---

[1] O. Hertwig, Jenaische Zeitschrift für Naturwissenschaft. Bd. VIII. pag. 331—402. Taf. XII Fig. 6.

5) Triglidae.

1) Cuvier u. Valenciennes, Histoire naturelle des poissons. Bd. IV. pag. 101—138. pag. 198—226. 1829.

2) Williamson, W. C., Investigations into the structure and development of the scales and bones of fishes. Philosophical Transactions of the royal society of London. London 1851. P. II. pag. 643—702.

3) Günther, Catalogue of the acanthopterygian fishes in the collection of the british museum. Bd. II. pag. 87—224. 1860.

4) Kner, Über den Flossenbau der Fische. Sitzungsberichte der Kaiserlichen Akademie der Wissenschaften. Mathemat.-naturwiss. Classe. Bd. 44 pag. 54—65. 1862.

5) Baudelot, M. E., Recherches sur la structure et le développement des écailles des poissons osseux. Archives de zoologie expérimentale. T. II. 1873.

In der umfangreichen Familie der Triglidae begegnen uns einzelne Arten, welche wegen der besonderen Form des Hautskelets unsere Beachtung verdienen. Von ihnen habe ich den Dactylopterus volitans, den Agonus und Peristhetus cataphractum untersucht. Da der Hautpanzer dieser drei Arten nicht unwesentliche Verschiedenheiten darbietet, will ich eine jede getrennt beschreiben und beginne mit Dactylopterus volitans, dessen Schuppen in der auffälligsten Weise mit den Schuppen von Centriscus übereinstimmen.

a) Dactylopterus volitans.

(Taf. I Fig. 23, 20mal vergr., Fig. 28, 50mal vergr., Fig. 30, schwach vergr. Taf. IV Fig. 6, 50mal vergr.)

Angaben über das Hautskelet von Dactylopterus finden wir bei Cuvier und Valenciennes, bei Williamson und bei Kner. Erstere (l. c. pag. 127, 128) beschränken sich auf eine Beschreibung des äußeren Aussehens des Hautskelets, so weit es für die Systematik von Wichtigkeit ist, Williamson (l. c. pag. 657) giebt eine Abbildung eines Längsschnittes und beschreibt weite Canäle, von welchen die Knochensubstanz durchsetzt wird, Kner (l. c. pag. 57) macht die kurze und richtige Bemerkung, dass die den Rumpf von Dactylopterus communis bedeckenden Hartgebilde kaum als Schuppen zu bezeichnen sein dürften, sondern als Hautschilde. »Sie zeigen,« fügt er hinzu, »keine concentrische Streifung und überhaupt nicht

Schuppenstructur, sind verschieden in Form und Größe, meistens länglich, in mehrere Spitzen auslaufend und stets mit einem Längskiele versehen« etc.

Zur Untersuchung dienten mir ein kleineres und ein ziemlich großes Exemplar von Dactylopterus volitans. Die Figuren 23 und 28 auf Tafel I geben eine Darstellung von der Schuppe des kleineren Exemplars, Figur 23 bei der Seiten-, Figur 28 bei der Flächenansicht. Wie bei Centriscus kann man an ihr eine Basalplatte (*c*) von einem Stacheltheil (*d*) unterscheiden. Die Basalplatte (*c*) ist klein und quadratisch und wie Durchschnitte lehren in den oberen geschichteten Lamellen des Corium befestigt. Der von ihrer Oberfläche unmittelbar am vorderen Rand entspringende Stacheltheil (*d*) zeichnet sich durch eine ziemlich complicirte Form aus, er stellt eine etwas von links nach rechts gekrümmte Lamelle dar, welche einen spitzen Winkel mit der Basalplatte beschreibt und am freien hinteren Rande mit verschiedenen Zacken besetzt ist. Von diesen ist eine Mittelzacke die längste und reihen sich jederseits an sie noch drei bis fünf kleinere an (Taf. I Fig. 28 *g*). Von der convexen Oberfläche der Lamelle erhebt sich, dieselbe halbirend, eine senkrechte Leiste (f^1), welche bei den ventralen Schuppen weniger, bei den lateralen und dorsalen dagegen namentlich nach dem Schwanz zu sehr mächtig entwickelt ist. Sie ist am Rand mit zahlreichen Einkerbungen versehen, die sich in Furchen verlängern, und gewinnt hierdurch eine große Ähnlichkeit mit einem Hahnenkamm (Taf. I Fig. 23 f^1). Sowohl links als rechts vom gezackten Kamm sind (Fig. 28 f^2) noch 3—5 weitere Leisten auf der convexen Oberfläche der Lamelle zu bemerken, die aber stets niedrig bleiben und immer an einer der vorerwähnten Zacken (*g*) enden.

Die Ossificationen sind in alternirenden Reihen angeordnet und so dicht zusammengedrängt, dass sie mit ihrem abgeplatteten vorspringenden Stacheltheil sich gegenseitig theilweise decken (Taf. I Fig. 30). Dabei schließen die einzelnen gezähnten Kämme an einander und erzeugen in ihrer Gesammtheit lange scharfe Leisten, welche parallel zu einander vom Kopf bis zum Schwanzende des Thieres hinziehen. Auf diese Weise wird der Rumpf des Dactylopterus durch ein allseitig bewegliches und gleichwohl sehr festes Panzerhemd geschützt. Von den schneidenden Leisten zeichnen sich zwei auf jeder Seite des Rumpfes durch größere Höhe aus und enden an der Schwanzflosse mit einer besonders modificirten Schuppe, deren Stacheltheil dreimal so lang als gewöhnlich ist, einen sehr hohen tief

gezähnten Kamm besitzt und sich »spornartig über die Strahlen eines jeden Caudallappens herüberlegt.«

Im Bereich der Flossen sind bei Dactylopterus keine Hautstacheln und Schuppen entwickelt. Dagegen ist der Kopf mit einer dicken zusammenhängenden Knochenkruste bedeckt, die durch Stacheln und Leisten rauh und höckerig ist.

An dem älteren großen Exemplar von Dactylopterus volitans hat das Hautskelet bedeutende Veränderungen erfahren. Nicht allein an Größe haben die Schuppen um ein mehrfaches zugenommen, sondern sie sind dabei auch in ihrer Form und histologischen Structur umgewandelt worden. Erstens hat sich zwischen dorsaler und ventraler Fläche des Rumpfes ein Gegensatz ausgeprägt. Während an ersterer der abgeplattete Stacheltheil der Schuppe mit einem hohen Längskamm versehen ist, entbehrt er desselben ventralwärts und seine Oberfläche erhält nur durch zahlreiche feine Längsriefen ein rauhes Aussehen. Zweitens hat der Stacheltheil an Dicke zugenommen und ist mit der Basalplatte fast in ihrer ganzen Ausdehnung verwachsen. Drittens endlich ist die Schuppe in ihrer histologischen Structur verändert worden. Während sie an dem jungen Exemplar aus einer compakten Grundsubstanz besteht, ist sie jetzt in reichlicher Weise vascularisirt, so dass man auf dem Durchschnitt ein vollkommen spongiöses Knochengewebe vor sich sieht (Taf. IV Fig. 6). Größere und kleinere Hohlräume (*i*), durch Canäle unter einander verbunden, durchsetzen die Basalplatte und dringen von hier in den vorspringenden Stacheltheil (*d*) und selbst in den medianen Kamm desselben ein, wo sie, unter einander anastomosirend, ein Netzwerk bilden. Hie und da öffnen sich die Canäle an der Oberfläche der Schuppe, die von einer dünnen Bindegewebsschicht (*p*) mit Ausnahme des freien Stachelendes überzogen ist. Sie werden von einer lockeren Bindesubstanz erfüllt, in welcher Blutgefäße ihren Weg nehmen (Taf. IV Fig. 6). Hand in Hand mit der Größenzunahme der Schuppen findet also bei Dactylopterus eine Auflösung des Knochengewebes im Inneren statt und ein Hineinwachsen der Blutgefäße, wodurch für die Ernährung wieder günstigere Bedingungen geschaffen werden.

Das Vorhandensein von Haversischen Canälen in den Schuppen von Dactylopterus wurde zuerst durch Williamson nachgewiesen und ist neuerdings auch wieder von Baudelot hervorgehoben worden.

b) Agonus (Aspidophorus) cataphractus.

(Taf. III Fig. 24 u. 28, 100mal vergr.)

Wie schon der Name Cataphractus ausdrückt, ist Agonus mit einem starken Hautpanzer ausgerüstet. Hinter dem mit einer Knochenkruste bedeckten Kopf wird der Rumpf bis zum hinteren Ende der zweiten Rückenflosse von 4 Reihen von Knochenschildern jederseits umgeben, von einer dorsalen, einer ventralen und zwei lateralen Reihen. Die ventralen lassen nach vorn ein Bauchfeld frei, das von besonderen kleineren Knochenplatten geschützt wird. Nach rückwärts von der zweiten Rücken- und der Afterflosse wird der Schwanztheil des Rumpfes ringsum nur von 6 Reihen von Schildern eingehüllt, da hier die an einander grenzenden dorsalen und dessgleichen die ventralen Schilder je zu einer unpaaren dorsalen und ventralen Reihe verschmolzen sind. Die Schilder tragen auf ihrer Oberfläche einen longitudinal verlaufenden und nach hinten stachelartig vorspringenden Kamm; sie bestehen aus einer homogenen zellenfreien Grundsubstanz, welche, da sie von einem dichten Netz Haversischer Canäle durchsetzt wird, eine ganz spongiöse Beschaffenheit zeigt. Durchschnittsbilder gleichen daher in auffallender Weise den von Dactylopterus gewonnenen. Dadurch, dass die Kämme der einander folgenden Schilder in gleicher Richtung verlaufen und zusammentreffen, werden auf der Oberfläche des Panzers vorn 8 und rückwärts 6 schneidende Leisten gebildet. Die Kämme und die durch ihre Aneinanderreihung bedingten Leisten erinnern an die ähnlichen Verhältnisse bei Dactylopterus.

Die Schilder werden nach außen von einer mit feinen Höckern ausgestatteten Bindegewebsschicht überzogen. Wenn man dieselbe mit Kalilauge aufhellt, so wird man gewahr, dass die Höcker auf kleine durch weite Abstände von einander getrennte Hautossificationen (Taf. III Fig. 24 u. 28) zurückzuführen sind. Theils sind es unansehnliche Basalplättchen, mit einem einzigen als Höcker auf der Hautoberfläche erscheinenden Stachel (Fig. 28), theils sind es etwas größere runde oder ovale Knochenstückchen, die mit zwei, drei und mehr Stachelchen ausgestattet sind (Fig. 24). Nirgends gehen sie mit dem unter ihnen liegenden Theil der großen Hautschilder eine Verwachsung ein. An manchen Orten, wie z. B. in der Bauchgegend, fehlen sie ganz. Alles in Allem genommen machen die kleinen Hautstacheln den Eindruck, als ob es in Rückbildung begriffene Theile des Hautskelets seien.

Die Oberfläche der Kopfknochen und der Flossenplättchen ist frei von Stacheln und Leisten.

c) Peristethus cataphractum.

(Taf. III Fig. 9 u. 10, 2mal vergr., Fig. 16, natürl. Gr., Fig. 25, 50mal vergr. Fig. 27, 8mal vergr.)

In ähnlicher Weise wie Agonus ist der ihm nahe verwandte Peristethus gepanzert. Wie dort wird der Panzer jederseits (Taf. III Fig. 16) von 4 Reihen von Schildern gebildet; während aber bei Agonus am Schwanz ihre Zahl durch theilweise Verschmelzung auf 6 sank, bleiben hier die 8 Reihen bis zur Flosse getrennt, was sich daraus erklärt, dass bei Peristethus die zweite Rücken- und die Analflosse sehr lang sind und ganz bis rückwärts reichend sowohl die beiden dorsalen als auch die beiden ventralen Schilderreihen von einander trennen und an der Verschmelzung verhindern. Auch darin ist noch ein Unterschied gegeben, dass die ventralen Schilder sehr groß sind und vollständig die Bauchfläche mit bedecken.

Das einzelne Schild (Taf. III Fig. 10) hat eine rhombische Gestalt, besitzt in der Quere den längsten Durchmesser und trägt in seiner Mitte einen longitudinalen Kamm (*d*¹), der weit höher als bei Agonus ist, sich in einen scharfen oberen Rand verschmälert und nach rückwärts in einen spitzen Stachel ausläuft. So entstehen gleichfalls wieder auf jeder Seite des Rumpfes 4 vorstehende scharfe Leisten, die convergirend sich vom Kopf bis zur Schwanzflosse erstrecken. Etwas vor der Insertion der letzteren sind die Kämme der lateralen Schilder noch mit einem zweiten Vorsprung nach vorn versehen, so dass sie demnach in zwei divergirende Stacheln enden (Taf. III Fig. 9).

Die Schilder, welche sich mit ihrem hinteren Rande ein wenig über den vorderen Rand der folgenden Schilder hinüberschieben, sind auf ihrer Oberfläche, mit Ausnahme des überdeckten vorderen Randes, in Folge zahlreicher spitzer Stacheln rauh anzufühlen. Zwischen den Stacheln (Taf. III Fig. 25 *d*), die sich übrigens auch noch auf den Anfang des Kammes ausdehnen, liegen zahlreiche runde, ovale oder unregelmäßig contourirte Gruben und Löcher (*k*), die der Knochensubstanz ein spongiöses Aussehen verleihen. Es sind die Ausmündungsstellen von Haversischen Canälen, die in der Knochenplatte ein dichtes Netzwerk bilden und auch zum Theil sich noch in den stachelartig vorstehenden Kamm hinein erstrecken.

Ähnlich wie bei Dactylopterus sind auch bei Peristethus die letzten Schilder, welche an die Caudalflosse angrenzen, modificirt (Taf. III Fig. 27). Während die in dem Corium befestigte Platte klein ist, hat sich der Stacheltheil ansehnlich verlängert und legt sich eine Strecke weit über die Basis der Flosse hinüber. Platte und Stachel sind mit Ausnahme der äußersten glatten Spitze auf ihrer Oberfläche stachlich.

Am Flossenskelet fehlen Hautverknöcherungen, dagegen sind alle Kopfknochen auf ihrer gesammten zu Tage tretenden Oberfläche mit zahlreichen und ziemlich langen Stachelchen bedeckt, gleich den Schildern des Rumpfes.

Vergleichung. Um die Frage zu entscheiden, welche Stellung im System der Hautossificationen die eben beschriebenen in Größe und Form verschiedenartigen Bildungen der drei Gattungen der Triglidae einnehmen, bietet Dactylopterus volitans den geeignetsten Ausgangspunkt dar. Bei jungen Thieren stimmen die Schuppen in auffälliger Weise mit den Schuppen der Centriscidae überein (vergleiche Taf. I Fig. 16 und Fig. 28). Sie differiren nur darin von ihnen, dass sie etwas größer sind, dass der Stacheltheil von der Basalplatte in größerer Ausdehnung entspringt und dass die mediane Leiste (Fig. 23 f^1) noch mächtiger als bei Centriscus (Taf. II Fig. 6 f^1) entwickelt ist. Später werden sie ihnen unähnlicher: bei großen Exemplaren von Dactylopterus haben sie an Umfang bedeutend zugenommen und dabei hat sich die ursprünglich homogene Knochensubstanz durch reichliche Entwicklung Haversischer Canäle in eine spongiöse Masse umgewandelt. Gleichwohl sind auch beim erwachsenen Dactylopterus, wie bei den Centriscidae, die großen Schilder nichts Anderes als Hautstacheln, die sich in Form und Structur modificirt haben.

An die Verknöcherungen des erwachsenen Dactylopterus lassen sich die gleichfalls spongiösen und in einen Stachel auslaufenden Schilder von Agonus anreihen. Mit Agonus stimmt aber wieder Peristethus in der Zusammensetzung seines Panzers überein und nur darin findet eine Abweichung statt, dass die Schilder bei Peristethus auf ihrer Oberfläche außer dem Hauptstachel zahlreiche, sehr kleine Stachelchen tragen. Doch auch hier bietet sich uns eine Erklärung dar. Bei Agonus sahen wir ja an einzelnen Körperstellen in der subepidermoidalen Bindegewebsschicht, welche die Basalplatte der Schilder überzieht, noch Stachelchen entwickelt, die theils isolirt, theils unter einander zu Gruppen verwachsen waren (Taf. III Fig. 28

und 24). Wenn wir uns dieselben mit dem dicht unter ihnen liegenden Knochengewebe der großen Schilder verschmolzen denken, so erhalten wir eine gleiche Bildung wie bei Peristethus (Taf. III Fig. 10), eine Knochenplatte mit einem großen primären Stachel und zahlreichen kleinen secundär mit ihr verschmolzenen Stachelchen. Zwischen Agonus und Peristethus besteht somit eine ähnliche Beziehung wie zwischen Halieutaea und Malthe (Taf. II Fig. 12 und 3).

6) Plectognathi.

1) L. Agassiz, Recherches sur les poissons fossiles. T. II.

2) Joh. Müller, Über den Bau und die Grenzen der Ganoiden. Abh. der Königl. Akademie d. Wissenschaften zu Berlin. Jahrg. 1844. pag. 142.

3) Williamson, Development of the scales and bones of fishes. Philosophical Transactions of the Royal society of London 1851. pag. 655—657.

4) Hollard, Monographie de la famille des Balistides. Annales des sciences naturelles. 3e série t. XX. 1853. 4e série t. I. 1854.

5) Günther, Catalogue of the Physostomi in the british Museum. Vol. 8. pag. 207—320. London 1870.

Bei Durchmusterung der Knochenfische zeigt sich uns nirgends eine so große Mannigfaltigkeit in der Form der Hautverknöcherungen als in der von Cuvier zuerst begründeten Abtheilung der Plectognathen. Wie die kurze Charakteristik in Claus' Lehrbuch der Zoologie aussagt, ist »die dicke Lederhaut entweder mit großen Knochentafeln und Schildern oder mit dünneren, in dreikantige Stacheln auslaufenden Platten oder mit harten rhombischen Schuppen bedeckt, kann aber auch wie bei den Selachiern durch eingelagerte Knochenkörner eine rauhe chagrinartige Beschaffenheit erhalten«. Wenn schon hierdurch die Plectognathen bei dem Charakter der vorliegenden Untersuchungen unsere besondere Beachtung verdienen, so wird dies noch um so mehr der Fall sein, wenn wir sehen, dass die Hautverknöcherungen einzelner Arten zu den gewöhnlichen Schuppenbildungen der meisten Teleostier überleiten.

Von den beiden Familien, in welche die Unterordnung der Plectognathen zerfällt, fasse ich zunächst die Gymnodonten ins Auge, von welchen mir einige Arten von Tetrodon und ein Vertreter der Diodonten, der Chilomycterus orbicularis, zur Untersuchung vorlagen.

Erste Familie der Plectognathen. Die Gymnodonten.

(Taf. III Fig. 26 u. 30, 2mal vergr. Fig. 29, 50mal vergr., Taf. II Fig. 9, 400mal vergr., Fig. 10, 100mal vergr.)

Bei Tetrodon stecken in der Haut, gewöhnlich durch größere Abstände von einander getrennt, spitze, mäßig große Stacheln, welche sich an ihrer Basis verbreitern und in horizontal gestellte wurzelartige Fortsätze übergehen; die Anzahl der letzteren schwankt bei den einzelnen Arten, was in der Systematik als wichtiges diagnostisches Merkmal benutzt wird. Bei manchen Arten läuft der Stachel an der Basis nur in 2 Wurzeln aus, bei andern wieder in 3, in 4 oder selbst in 6. Der letztere Fall ist in Fig. 29 auf Taf. III (50mal vergr.) dargestellt. Sechs radienartig divergirende und horizontal verlaufende Knochenleisten (*m*) bilden einen Stern, aus dessen Centrum sich ein kleiner, etwas schräg nach rückwärts gerichteter Stachel (*d*) erhebt. Mit den Wurzeln sitzen die Hautossificationen im Corium, dabei sind sie gewöhnlich in der Weise befestigt, dass der Stachel sehr schräg zur Körperoberfläche zu liegen kömmt, zum großen Theil selbst noch in der oberen aus lockerem Bindegewebe bestehenden Coriumschicht versteckt ist und aus ihr nur mit der äußeren Spitze hervorsieht. Das ändert sich aber, so wie der Fisch in der bekannten Weise seinen mit dem Ösophagus communicirenden Luftsack aufbläht und dadurch auch seine Haut anspannt. Jetzt werden die Stacheln aufgerichtet und indem sie dabei weiter aus dem Corium hervortreten, bilden sie ringsum eine schützende Hülle, wie bei einem Igel, der seine Stacheln sträubt.

In ähnlicher Weise wie bei den Tetrodonten ist der Körper der Diodonten bewaffnet; nur erreichen hier die Stacheln eine viel ansehnlichere Länge und Dicke. Im Corium sind sie theils wieder mit zwei lateralen nach links und rechts horizontal ausgebreiteten Wurzeln befestigt, theils mit drei Wurzeln, einer vorderen und zwei seitlichen. Das letztere ist bei dem genauer untersuchten Chilomycterus orbicularis der Fall, von welchem ein besonders langer Dorn hinter der Brustflosse bei zweimaliger Vergrößerung abgebildet worden ist (Taf. III Fig. 26). Die Hautossificationen sind wieder in der Weise im Integument angebracht, dass die Dorne nicht senkrecht zur Oberfläche hervorstehen, sondern fast horizontal mit der Spitze nach hinten gerichtet dem Körper anliegen. Bei manchen Arten sind sie unbeweglich, bei andern können sie durch Anspannung der Haut aufgerichtet werden, wie bei Diodon hystrix. Mit

Ausnahme des zugespitzten Endes werden die Dorne, auch da wo sie über die Körperoberfläche hervorstehen, ringsum von einer Verlängerung des Corium wie von einer Scheide eingehüllt.

Zu einigen Bemerkungen giebt der feinere Bau des Stachels von Chilomycterus orbicularis Veranlassung. Ein Querschnitt durch denselben lässt uns eine auf das deutlichste ausgesprochene Schichtung erkennen (Taf. II Fig. 10 u. Fig. 9. Fig. 9 stellt ein Stück der Figur 10 bei 400maliger Vergrößerung dar). Einmal nehmen wir Streifen wahr, welche die kreisförmige Contour der Oberfläche wiederholen, und zweitens ein radiales Liniensystem. Die Oberfläche des Dorns, welche von der schon erwähnten Bindegewebshülle noch eingescheidet wird, ist auf dem Querschnittsbild mit kleinen, in gleichen Abständen entfernten Einkerbungen versehen. Von den einzelnen Einschnitten aus verlaufen gerade Linien radienartig nach dem Centrum des kreisförmigen Durchschnitts und enden an einem Achsentheil, der ungeschichtet bleibt. Durch die convergirenden Linien wird die Grundsubstanz in zahlreiche keilförmige Abschnitte zerlegt, deren Anzahl den peripheren Einkerbungen entspricht. Demnach besteht der Dorn aus einer centralen Achse und vielen feinen Blättern, die in radialer Richtung um die Achse angeordnet, nach innen sehr dünn sind und nach außen zu sich allmählich verbreitern. Es wäre von Interesse zu wissen, wie das Wachsthum des Dornes erfolgt, ob z. B. eine Auflagerung neuer Substanz von der umhüllenden Bindegewebsschicht aus erfolgt? Ich muss mich darauf beschränken diese Frage nur aufzuwerfen, da zu ihrer Lösung das Untersuchungsmaterial nicht gut genug conservirt war.

Die Bewaffnung mit Stacheln ist bei den Gymnodonten, wie ich aus den systematischen Werken entnehme, zwar die bei Weitem vorherrschende, aber nicht die ausschließliche. Bei Triodon wird der Körper mit schmalen, schuppenartigen, dornigen Knochenblättchen bedeckt, Tetrodon guttifer zeichnet sich durch einen Knochenpanzer aus, der dem von Ostracion ähnelt und von höckerigen Schildern zusammengesetzt wird, Trichocyclus ist mit langen, haarartigen Borsten versehen. Leider waren meine Bemühungen, auch diese Objecte zur Untersuchung zu erhalten, von keinem Erfolg gekrönt.

Zweite Familie der Plectognathen. Die Sclerodermi.

Zahlreichere Arten standen mir von der zweiten Familie der Plectognathen, den Sclerodermi, zur Verfügung: Balistes capriscus

und lineatus, Triacanthus angustifrons, Monacanthus chinensis, M. choerocephalus, M. hoyam, M. scopas und M. macrurus, doch habe ich von den meisten nur kleine Hautstückchen untersucht, die ich durch die Gefälligkeit meines Freundes G. v. Koch aus dem Darmstädter Museum erhalten habe.

Über den feineren Bau und die verschiedene Form der Schuppen finden sich kurze Angaben bei Agassiz, Joh. Müller, Williamson und namentlich bei Hollard. Agassiz, welcher die Plectognathen unter die Ganoiden einreiht, beschreibt an der Schuppe zwei verschiedene Substanzen, eine Knochenschicht und über derselben einen Schmelzüberzug, der durchsichtig und hart ist. Dem Schmelz lässt er die verschiedenen Zeichnungen angehören, welche die Oberfläche der Schuppen zieren, und lässt ihn von Öffnungen, durch welche Blutgefäße hindurchtreten, hie und da durchbohrt werden (l. c. pag. 266). Mit Recht hat später Johannes Müller die Schmelznatur der oberflächlichen Schicht bestritten und desswegen die Plectognathen von den Ganoiden abgetrennt und zu den Teleostiern gestellt, mit welchen sie das wichtige Merkmal theilen, dass ihr Herz sich gegen den Arterienbulbus allein mit zwei Klappen abgrenzt (l. c. pag. 142). Ferner giebt der Engländer Williamson in seinen Knochenuntersuchungen eine kurze Beschreibung von den Schuppen einer unbestimmten Balistesart (pag. 655 — 657) und endlich handelt noch Hollard in seiner Monographie des Balistides über die sehr verschiedenartigen Formen, welche die Schuppen bei den zahlreichen Species annehmen können, und bildet dieselben zum Theil auch ab.

Bei den von mir untersuchten Sclerodermi ist die gesammte Körperoberfläche mit Ausnahme der Flossen, der Rumpf sowohl als auch der Kopf, der Kiemendeckel und der Schultergürtel in sehr gleichmäßiger Weise mit Ossificationen bedeckt, die in mancher Beziehung den gewöhnlichen Fischschuppen ähnlich aussehen. Sie unterscheiden sich aber sofort von ihnen in einem nicht unwesentlichen und dabei auch auffälligen Merkmal. Denn während die echten Fischschuppen locker in der Haut sitzen und sich leicht aus ihr herausziehen lassen, ja zuweilen sich schon bei leichter Berührung ablösen, sind die Ossificationen der Sclerodermi so fest mit dem Corium verbunden, dass man sie nur durch Zerstörung desselben, durch Auflösung der vereinigenden Bindegewebslamellen mittelst Kalilauge isoliren kann.

a) Balistes capriscus und B. lineatus.

(Taf. III Fig. 1, 20mal vergr., Fig. 4 u. 5, 50mal vergr., Fig. 11 u. 12, 2mal vergr., Fig. 15, einige Male vergr., Taf. IV Fig. 1, 20mal vergr. Fig. 2, 100mal vergr.)

Die größten Dimensionen erreichen die Schuppen bei den Balistesarten (Balistes capriscus und B. lineatus), die wir zunächst in das Auge fassen wollen; sie sind hier im Allgemeinen, wenn wir von Modificationen an einzelnen Körperregionen absehen, rhombisch gestaltet und schließen so dicht an einander, dass sie sich mit ihren Rändern ein wenig dachziegelartig bedecken (Taf. III Fig. 15). »Die spitzen Winkel des Rhombus sind dorsal- und ventralwärts gerichtet, und seine vier Ränder beschreiben spitze Winkel mit den Contouren des Körpers.« Hierin prägt sich, wie Agassiz hervorhebt, ein Gegensatz zu der Anordnungsweise der Schuppen des Lepidosteus und Polypterus aus, deren Ränder zum Längs- und Querdurchmesser des Körpers parallel gerichtet sind, ein Gegensatz, der namentlich für paläontologische Untersuchungen von Bedeutung ist (Agassiz l. c. pag. 248).

An den isolirten Schuppen (Taf. III Fig. 1) unterscheidet man zwei Felder, ein größeres mit 20—30 Stacheln und ein kleineres glattes Feld, welches den vorderen stumpfen Winkel des Rhombus bildet und von den Rändern der nach vorn angrenzenden Schuppen überdeckt wird. In Folge dessen wird die ganze Körperoberfläche, da die Schuppen eng an einander schließen, von einem dichten Wald von Stacheln eingehüllt.

Die Schuppen haften in den oberflächlichsten Lagen des geschichteten Corium fest und werden nach außen noch von einer dünnen Schicht lockeren Bindegewebes überzogen, welches gewöhnlich der Sitz von großen braunen Pigmentzellen ist (Taf. IV Fig. 1). Die Stacheln (*d*) durchbohren diese Schicht (*p*) und werden nach außen an gut conservirten Exemplaren allein von einer dünnen Lage von Epidermiszellen (*E*) bis zu ihrer Spitze überzogen.

Bei der histologischen Untersuchung zeigen sich die Schuppen, wie schon Agassiz bemerkt hat, aus zwei verschiedenen Substanzen zusammengesetzt. Ihr unterer Theil besteht aus einem Knochengewebe, das durch Ossification von Coriumlamellen entstanden ist (Taf. IV Fig. 2 *r*); man erkennt noch deutlich geschichtete unter rechtem Winkel sich kreuzende Bindegewebslamellen, die in Folge der bei der Verknöcherung eingetretenen Metamorphose ihre faserige

Beschaffenheit mehr verloren haben und homogener geworden sind und in Figur 2 bald auf dem Quer- bald auf dem Längsschnitt gesehen werden. Verticale Bindegewebsstränge (r^1), welche die Cutislamellen senkrecht durchsetzen, treten auch in den unteren Theil der Schuppen ein, um sich dann allmählich zu verlieren, und tragen so zu seiner besseren Befestigung im Integument bei. An der Oberfläche der Schuppen begegnen wir einer homogenen glänzenden Knochensubstanz (Taf. IV Fig. 2 x), welche von Agassiz irrthümlicherweise für Schmelz erklärt worden ist, was schon desswegen nicht richtig ist, weil sie in Salzsäure nach Auflösung der Kalksalze nicht schwindet und ihr festes Gefüge beibehält. Die homogene Substanz grenzt sich durch eine ziemlich scharfe Linie von den tieferen verknöcherten Bindegewebslamellen ab, sie enthält die kleinen Gruben, welche schon früher bei Beschreibung der isolirten Schuppe erwähnt wurden (Taf. III Fig. 1). Von denselben setzen sich einige nach abwärts in Canäle fort, durch welche Blutgefäße und Nerven von unten kommend hindurchtreten, um sich in der pigmentirten subepidermoidalen Bindegewebsschicht auszubreiten. Von derselben Substanz wie die Schuppenoberfläche werden auch die Stacheln gebildet, welche eine deutliche Schichtung aufweisen. Die im Quer- und Längsschnitt bald dunkler bald heller erscheinenden Schichtungsstreifen wiederholen die Contouren der Oberfläche, so dass der Stachel gleichsam aus sehr zahlreichen, dünnen in einander gesteckten Kegelmänteln zusammengesetzt ist.

Der Schuppenüberzug verhält sich bei den Balistiden nicht ganz gleichmäßig an allen Stellen des Körpers, indem die Form und Größe der Schuppen etwas wechselt. Hollard unterscheidet daher mit Recht mehrere durch die Form und Anordnung der Schuppen wohl charakterisirte Bezirke; er bezeichnet als solche den Bezirk der Wangen, den abdominalen, den scapularen und den Seitenbezirk, und bemerkt hierzu, dass der Übergang von einem zum andern Bezirk nicht plötzlich sondern durch Übergänge statt hat, in denen die Ordnung der Schuppen mehr oder weniger gestört ist.

Drei Punkte seien hier besonders hervorgehoben.

1) Eine bemerkenswerthe Veränderung erfährt die Beschuppung in der Umgebung der Basis der Rücken-, After-, Schwanz- und Brustflosse, so wie in der Haut um den Mund und um den After. An allen diesen Stellen werden die Ossificationen sehr klein und unregelmäßig geformt, und sind in Folge dessen auch nur mit einer sehr geringen Zahl von Stacheln bedeckt (Taf. III Fig. 4 u. 5).

Hie und da findet man kleinste Knochenplättchen, die nur drei oder zwei oder selbst nur einen einzigen Stachel tragen.

2) Eine zweite Veränderung bemerkt man in der Gegend des Schultergürtels; hier liegen unmittelbar hinter der kleinen und engen Kiemenspalte und oberhalb der Insertion der Brustflosse vier etwas größere polygonale stacheltragende Knochenstückchen (Taf. III Fig. 12, 2mal vergr.), die in der ganzen Dicke des Corium entwickelt sind. Nach ihrer Lage bezeichnet sie HOLLARD als plaque antérieure (1) und postérieure, (2) als plaque intercalaire supérieure (4) und inférieure (3); sie werden von einem Kranz kleinerer, unregelmäßig geformter Schüppchen umgeben. Bei den einzelnen Arten variiren die aufgeführten Verknöcherungen der Schultergegend in Form und Größe, bei anderen fehlen sie ganz, indem sie sich von gewöhnlichen Schuppen nicht unterscheiden, und gewinnen sie hierdurch eine gewisse systematische Bedeutung.

3) Bei Balistes lineatus fallen zu beiden Seiten des Schwanzes einige besonders ansehnliche Schuppen auf, welche die ganze Dicke des geschichteten Corium einnehmen (Taf. III Fig. 11, 2mal vergr.): von ihrer Mitte steigt ein mächtiger Stachel (d^1) weit über die Hautoberfläche empor und zeigt hierbei die Eigenthümlichkeit, dass seine Spitze nicht, wie üblich nach rückwärts, sondern gerade nach der entgegengesetzten Seite gerichtet ist. Bei Balistes capriscus sieht man in der Bauchhaut vor dem After einige größere Stacheln; sie erheben sich von dem im Corium gelegenen Knochenplättchen mit breiterer Basis und enden in zwei oder drei Spitzen getheilt, was uns die Vermuthung nahe legt, dass sie aus Verschmelzung mehrerer Stacheln entstanden sind.

Überhaupt wechseln die Stacheln an Größe auf den einzelnen Hautossificationen bei den verschiedenen Arten der Balistiden. Ziemlich ansehnlich und dabei gerad aufgerichtet sind die Stacheln bei Balistes capriscus, kleiner dagegen und mehr schräg liegend bei Balistes lineatus.

b) Monacanthus scopas, M. macrurus, M. choerocephalus, M. hoyam, M. chinensis.

(Taf. III Fig. 6—8, 17—20, 22, 100mal vergr., Fig. 21 u. 23, 50mal vergr. Fig. 2, 20mal vergr., Taf. IV Fig. 3, 100mal vergr., Fig. 4 u. 5, 50mal vergr.

Ungleich mannigfaltiger als bei den Balistiden sind die Hautossificationen bei den verschiedenen Monacanthusarten gestaltet. so

dass sie sich hier sogar zur Charakteristik der Species vortheilhaft verwenden lassen. Sie sind fast durchweg von sehr geringer Größe und lassen die Haut meist nur wie rauhkörnig erscheinen. Am größten sind dieselben unter den von mir untersuchten Arten bei Monacanthus scopas (Taf. III Fig. 2, 20mal vergr.), am kleinsten bei Monacanthus hoyam und M. choerocephalus (Taf. III Fig. 18 u. Fig. 6 u. 7, 100mal vergr). Bald sind sie oval, bald rund, bald rhombisch, meist sind sie mit ihrem längsten Durchmesser dorsoventral gestellt. Das wichtigste Unterscheidungsmerkmal geben indessen die oft sehr charakteristischen Fortsatzbildungen der Schuppenoberfläche ab und die Beschaffenheit der homogenen oberen Schuppenschicht, von welcher sie ausgehen.

Bei Monacanthus scopas (Taf. III Fig. 2) ist die homogene Knochensubstanz in ziemlich dicker Lage auf den Schuppen ausgebreitet, und zeigt hier eine poröse Beschaffenheit, indem sie zahlreiche Gruben (*k*) dicht bei einander enthält. Von ihr gehen fünf oder mehr Hautstacheln (*d*) aus, die wie bei Balistes capriscus beschaffen und je nach ihrer Zahl in einer oder in zwei Querreihen gestellt sind.

Bei Monacanthus macrurus (Taf. III Fig. 8, 100mal vergr.) sind die Schüppchen kleiner und dünner, und sind nahe ihrem hinteren Rande mit einigen wenigen, meist drei Stacheln versehen, die schlank und leicht gekrümmt sind und sich durch eine recht ansehnliche Länge auszeichnen. Sie sind in dem Corium mehr oder minder so angeordnet, dass die Stacheln in Reihen zu stehen kommen, die vom Rücken nach dem Bauch hinziehen. Die Knochensubstanz, aus welcher die Stacheln bestehen, bildet bei M. macrurus auf der Schuppenoberfläche keinen zusammenhängenden Überzug sondern strahlt von der Mitte namentlich auf dem hinteren größeren Feld radienartig nach der Peripherie in Form von mehreren Leisten (*b*) aus, die sich wiederholt dichotomisch in feinere Leistchen theilen und sich vermittelst derselben hie und da unter einander verbinden. Es lässt sich so der Stachel einem Baum vergleichen, der mit zahlreichen Wurzeln, den sich verästelnden Knochenleisten, auf seiner Unterlage, den geschichteten Knochenlamellen, befestigt ist.

Den eben beschriebenen Formen lassen sich die Hautossificationen von Monacanthus choerocephalus (Taf. III Fig. 6 und 7) anreihen; zum Theil tragen die Schüppchen wie bei M. macrurus drei und mehr schlanke einfach zugespitzte Stacheln, zum Theil aber sind sie auf große Hautstrecken hin mit sehr charakteristischen

Stacheln bedeckt, die sich etwa in ihrer Mitte theilen und in zwei selten in drei scharfe und nach entgegengesetzten Richtungen gekrümmte Spitzen aus einander laufen. Selten trifft man auf demselben Schüppchen neben den doppelzinkigen auch einfach zugespitzte Stacheln an, welche dann stets dünner und schlanker als die ersteren sind; sie können als eine Stütze für die Ansicht dienen, dass die zwei- und dreispitzigen Formen Verschmelzungsproducte von zwei und drei einfachen Stacheln sind. Die von einer Schuppe entspringenden Stacheln, deren Anzahl von drei bis zehn schwankt, hängen an ihren Basen durch ein Netzwerk von homogenen Knochenleisten (*b*) zusammen und lassen eben solche nach der Peripherie in der für M. macrurus beschriebenen Weise ausstrahlen. Da die Schuppen in mehr oder minder unregelmäßiger Weise dicht bei einander liegen, sieht man bei Betrachtung eines aufgehellten Hautstückchens die gesammte Oberfläche mit einem dichten Wald von meist zweizinkigen Stacheln überzogen.

Noch interessanter wegen ihrer ganz eigenartigen und sonderbaren Gestalt sind die Hautossificationen von Monacanthus hoyam (Taf. III Fig. 18). Von der Mitte der sehr kleinen Schüppchen nimmt stets nur eine Fortsatzbildung ihren Ursprung. Dieselbe beginnt mit einem ziemlich dicken Stamm, der senkrecht emporsteigt und dann, indem er sich zu einer Platte verbreitert, fast rechtwinklig nach rückwärts umbiegt; von der Platte gehen 5—7 dünne Stacheln (*d*) aus, die in der Mitte am größten sind, nach den beiden Seiten zu kleiner werden und ein wenig nach links und rechts fächerartig divergiren. Ihre Verlaufsrichtung ist fast genau parallel zur Körperoberfläche. Die ganze Bildung sieht einer Hand ähnlich, deren Finger ausgebreitet sind und welche rechtwinklig zum Unterarm im Handgelenk umgebogen ist.

Von M. hoyam nur wenig abweichende Hautossificationen fand ich bei einer zweiten nicht näher zu bestimmenden Art (Taf. III Fig. 17 u. 22). Bei dieser erhebt sich gleichfalls von der Mitte des sehr kleinen Schüppchens ein einziger Stamm, der sich nach oben plattenartig verbreitert und sich in drei bis sieben leicht gekrümmte divergirende Stacheln theilt. Der Hauptunterschied von M. hoyam besteht nun darin, dass die Platte mit ihren Zinken zum Hauptstamm nicht rechtwinklig, sondern nur ein wenig nach rückwärts umgebogen ist. Auch konnte ich hier sehr vereinzelt kleinste Schüppchen auffinden, die entweder einen einfachen oder einen Doppelstachel wie bei M. choerocephalus trugen (Taf. III Fig. 19 u. 20).

Eine neue Variation in der Beschaffenheit des Hautskelets bietet uns endlich noch Monacanthus chinensis (Taf. III Fig. 21 und 23, 50mal vergr.) dar. Auf der Oberfläche der mittelgroßen, quadratischen oder runden Schuppen ist nur ein einziger Fortsatz (*d*) angebracht, der einem Hahnenkamm gleicht, von links nach rechts comprimirt ist und mit seiner Spitze nach rückwärts schaut. Außer dieser Endspitze ist der obere Rand noch in zwei weitere kleinere Spitzen ausgezackt. Bei stärkerer Vergrößerung lässt die Grundsubstanz des Kammes eine deutlich lamellöse Schichtung erkennen.

Die Oberfläche der Schuppen ist bei Monacanthus chinensis und eben so bei den anderen zuletzt beschriebenen Arten mit ziemlich starken Leisten geziert, welche von der Basis des Hautstachels radienartig ausstrahlen und sich wiederholt dichotomisch theilen (Taf. III Fig. 8, 17, 18, 21). Zwischen den Leisten tritt die untere Schuppenlage, welche aus den geschichteten Bindegewebslamellen besteht, nach oben stellenweise frei zu Tage und lässt uns in regelmäßigen Abständen zahlreiche Streifen (Taf. III Fig. 8) wahrnehmen, die parallel zum Rande verlaufen.

Über den feineren Bau und die Befestigung der Schuppen im Integument geben uns die Durchschnitte, die in den Figuren 3, 4 u. 5 auf Taf. IV von Monacanthus scopas, M. chinensis und M. macrurus dargestellt worden sind, weiteren Aufschluss. Zunächst lehren sie uns, dass sich die Schuppen dachziegelartig über einander legen, indem das vordere Feld theilweise von dem hinteren Rande der vorhergehenden Schuppe zugedeckt wird (Taf. IV Fig. 3—5). In Folge dessen stehen die Schuppen je nach den einzelnen Arten bald mehr bald minder schräg zur Körperoberfläche. Sehr schräg stehen sie bei Monacanthus scopas (Taf. IV Fig. 5); sie erreichen hier zugleich die größte Dicke und sind deutlich aus zwei verschiedenen Substanzlagen, wie bei Balistes, zusammengesetzt. In die untere etwas fasrige Lage, welche nur zur Hälfte mit ihrer unteren Fläche den geschichteten Bindegewebslamellen des Corium aufliegt, dringen in verticaler Richtung starke Bindegewebsbündel in großer Anzahl und lösen sich an der Grenze gegen die zweite Lage (*x*) in feine Bündelchen auf, die wie Besenreiser aus einander weichen. In den Verknöcherungsprocess scheinen die aufsteigenden Bündel nicht mit hineingezogen zu werden, da sie ihre fibrilläre Structur erhalten zeigen. Die hintere Hälfte der Schuppe schiebt sich über die nachfolgende Schuppe herüber und ist von ihr durch eine Schicht lockeren faserigen Gewebes geschieden: dieses überzieht zugleich auch in dünner Lage (*p*)

die freie Fläche der Schuppen mit Ausnahme der Stacheln (*d*), welche durch sie hindurchtreten und allein von den Epidermiszellen (*E*) einen Überzug erhalten. Ferner erweist sich auf Durchschnitten die homogene oberflächliche Schuppensubstanz von ansehnlicher Dicke und besitzt in Folge der in ihr gelegenen zahlreichen Gruben einen tief und unregelmäßig ausgezackten Rand. Hie und da tritt ein Haversischer Canal von unten nach oben durch die Schuppe hindurch.

Bei Monacanthus chinensis (Taf. IV Fig. 3), M. macrurus (Fig. 4) und den übrigen von mir untersuchten Arten sind die Schuppen viel dünner als bei M. scopas, zeigen aber sonst wesentlich dieselben Verhältnisse, indem sie zum Theil dem geschichteten Corium aufliegen und durch verticale Bindegewebsfasern mit ihm verbunden werden, zum Theil mit ihrem hintern Rand in eine lockere Bindegewebsschicht (*p*) hineinragen, welche unmittelbar auf die Epidermis (*E*) folgt und der Sitz der verschiedenartigen Pigmentirungen ist. Je nach der größeren oder geringeren Entwicklung der lockeren Bindegewebsschicht sind die Schuppen zur Hautoberfläche mehr oder minder schräg gestellt. Die homogene Substanz, welche in Leisten auf der Oberfläche der unteren Schuppenlage von der Ansatzstelle der Stacheln an sich ausbreitet, erkennt man auf Durchschnitten als Hügel, die in regelmäßigen Entfernungen sich folgen und um so zahlreicher und kleiner werden, je mehr wir uns der Peripherie der Schuppen nähern (Taf. IV Fig. 3 *b*).

c) Triacanthus angustifrons.

(Taf. III Fig. 3 u. 13, 100mal vergr., Fig. 14, 20mal vergr.)

Wieder einer neuen Modification des Hautskelets begegnen wir bei Triacanthus angustifrons. Die Schuppen sind hier hexagonale oder quadratische Plättchen, die in ihrer Größe je nach den einzelnen Körperregionen variiren, am größten an beiden Seiten des Leibes sind, nach dem Schwanz zu etwas kleiner werden und den kleinsten Umfang ventralwärts und am Ursprung der Flossen besitzen. Auf ihrer Oberfläche sind sie entweder mit einer einfachen Leiste (Taf. III Fig. 3, 100mal vergr.) oder mit zwei unter rechtem Winkel sich kreuzenden Leisten (Taf. III Fig. 14, 20mal vergr.) bedeckt: von diesen erheben sich spitze nur wenig gekrümmte Hautzähnchen, die in der Mitte der Leiste am längsten sind und von da nach den beiden Enden zu an Länge etwas abnehmen. Eine einfache Leiste, die vom Rücken ventralwärts verläuft, treffen wir an den kleineren

Schuppen nach dem Schwanzende des Körpers, gekreuzte Leisten auf den größeren Ossificationen. Die leistenartige Anordnung der Stacheln fehlt auf der Oberfläche der Schuppen, welche den ventralwärts kielartig vortretenden Beckenknochen überziehen und Höcker tragen, die in mehrere längere und kürzere Spitzen auslaufen.

Die ziemlich dicken Schuppen des Triacanthus nehmen fast die ganze Dicke des Corium ein und bestehen aus zahlreichen ossificirten Bindegewebslamellen, die sich schichtenweise unter rechtem Winkel kreuzen und von senkrecht aufsteigenden Bündeln durchsetzt werden. Nach außen sind sie von einer Lage homogener Knochensubstanz überzogen, die sich auf Durchschnitten deutlich mit einer geraden Linie abgrenzt, sich in die oben beschriebenen Leisten und Stacheln erhebt und hier eine feine lamelläre Schichtung erkennen lässt. Die an der Seite des Körpers befindlichen größeren und stärkeren Ossificationen sind so ins Corium eingebettet, dass sie sich mit ihren Rändern nicht über einander schieben, sondern nur gegenseitig berühren. Die Ränder sind mit Zacken besetzt, welche in die entsprechenden Zwischenräume der Nachbarschuppen eingreifen. Dagegen sind die kleineren Ossificationen am Schwanz schon mehr in der Weise gewöhnlicher Fischschuppen angeordnet, indem sie sich an ihren Rändern verdünnen und etwas über einander schieben.

Bei Triacanthus sind auch im Bereich des Flossenskelets Rauhigkeiten wahrzunehmen, dieselben rühren daher, dass den oblongen Flossenplättchen (Taf. III Fig. 13, 100 mal vergr.) kleine, hakenförmig gekrümmte Stacheln aufsitzen, welche an der Basis der Flosse sehr zahlreich sind, je weiter von ihr entfernt um so spärlicher und zugleich kleiner werden und endlich ganz fehlen.

Ähnliche Stachelbildungen treten übrigens, was hier noch nachträglich bemerkt werden mag, auch an den Flossenplättchen einiger Arten von Balistes und Monacanthus auf, während sie bei anderen wieder vermisst werden, so dass dann die Flossen die einzigen stachelfreien Stellen der Körperoberfläche sind. Von Interesse ist hierbei die Thatsache, dass überall wo am Flossenskelet Stacheln vorkommen, sie immer nur einfache Kegel wie bei Triacanthus sind, selbst in den Fällen, wo sich die Schuppen des Rumpfes mit complicirteren Stacheln bedecken, welche in zwei Zinken, wie bei Monacanthus choerocephalus, oder in viele Zinken, wie bei M. hoyam getheilt sind. Man kann daher im Allgemeinen sagen, dass im Bereich der Flossen die Hautossificationen, wenn sie sich nicht rückgebildet haben, was häufig geschieht, durchgängig einfacher be-

schaffen sind und nicht die mannigfachen Modificationen, welche an den Ossificationen des Rumpfes beobachtet werden, mit erleiden.

Vergleichung. So verschiedenartig im Einzelnen die Hautossificationen der Plectognathen gestaltet sind, so liegt ihnen doch unverkennbar eine gemeinsame Form zu Grunde, sie alle sind in dieser oder jener Weise Modificationen eines Hautstachels oder allgemeiner ausgedrückt einer verknöcherten Cutispapille, welche sich an ihrer Basis zu einer kleinen Platte verbreitert um mittelst derselben im Corium besser befestigt zu sein.

Bei den Gymnodonten bleiben mit wenigen Ausnahmen die primären Ossificationen gesondert und es hat sich an ihnen vorzugsweise der Stacheltheil entwickelt. Hier lassen sich von kleinen unscheinbaren Stacheln mancher Tetrodonarten zu den mächtigen dicken und langen Dornen einiger Diodonten Übergangsformen unschwer auffinden. Dagegen ist bei den Gymnodonten die Basalplatte in ihrer Entwicklung zurückgeblieben und ist reducirt worden auf zwei bis sechs Leisten, die von der Basis des Stachels ausgehend sich horizontal ausbreiten und zur Befestigung in den Lamellen des Corium dienen.

Eine andere Entwicklungsrichtung haben die Hautossificationen bei den Sclerodermi, der zweiten Familie der Plectognathen, genommen. Die primäre Grundform, der einfache Hautstachel, ist hier unansehnlich geblieben und hat sich fast nirgends als eine selbständige Bildung isolirt erhalten. Nur an einzelnen beschränkten Körperstellen, sei es an der Bauchseite oder in der Umgebung des Mundes und Afters oder längs der Insertion der Flossen, findet man noch — eine seltene Erscheinung — kleinste Knochenplättchen mit einem Stachel auf ihrer Oberfläche. Sonst aber haben überall Verschmelzungen stattgefunden. An den Flossen sind die Hautstacheln mit den Flossenplättchen in Verbindung getreten und in der Haut, welche den ganzen übrigen Körper der Sclerodermi überzieht, sind sie unter einander in größerer Anzahl an ihrer Basis verwachsen und haben zusammengesetzte Ossificationen, stacheltragende Knochenplättchen oder Schuppen, erzeugt. Bei Balistes ließen sich von der einfachen Grundform (Taf. III Fig. 4) zu den großen rhombischen Schuppen (Fig. 1) Übergangsformen (zwei, drei, vier und mehrstachlige Knochenplättchen, Fig. 4 und 5) nachweisen. Die Befunde sind ähnliche, wie wir sie früher schon vom Hautskelet der Acipenseriden und Siluroiden geschildert haben, und eben so ist der anzunehmende Verschmelzungsprocess derselbe. Ein Unterschied beruht

nur darin, dass bei den Sclerodermi die Verschmelzung sich auf eine kleine Gruppe von primären Hautossificationen beschränkt und dadurch Schuppen hervorruft, während sie sich bei den Acipenseriden und Siluroiden etc. weiter ausdehnt und zur Entstehung großer Knochenplatten oder Schilder führt.

Die große Mannigfaltigkeit in den Schuppenformen der Sclerodermi ist durch verschiedene Momente bedingt, zum Theil hängt sie von der Anzahl, zum Theil von der Anordnung der auf einer Schuppe stehenden Stacheln ab. Bei Balistes sind dieselben in reichlicher Menge bis zwanzig und mehr gleichmäßig über die Oberfläche vertheilt, nur ein kleines Feld am vorderen Winkel der Schuppe freilassend (Taf. III Fig. 1). Bei Monacanthus macrurus (Fig. 8) und M. scopas (Fig. 2) sind sie in geringer Anzahl vorhanden und in eine Querreihe gestellt, bei Triacanthus bilden sie zwei sich kreuzende Reihen und sind an der Basis unter einander zu einem Kamm verschmolzen (Fig. 14 und Fig. 3). Weitere Modificationen werden dadurch hervorgerufen, dass die Form der Stacheln selbst abändert, dass an Stelle der gekrümmten Kegel Formen treten, die wie bei Monacanthus choerocephalus in zwei Zinken sich spalten oder wie bei Monacanthus hoyam fünf und sechsfach getheilt sind. Wie sind dieselben entstanden? Zwei Erklärungen kann man hier aufstellen, entweder sind die zwei- und mehrtheiligen Stacheln einer einfachen Grundform gleichwerthig, oder sie entsprechen so viel primären Stacheln als freie Enden vorhanden sind. Im ersteren Falle müssen die primären Stacheln sich durch Bildung seitlicher Auswüchse complicirter gestaltet haben, im zweiten Falle müssen immer eine Anzahl von zwei und mehr Stachelanlagen dicht bei einander entstanden und in Folge dessen von ihrer Basis an eine Strecke weit mit einander verwachsen sein. Mir scheint die letztere Erklärung den Vorzug zu verdienen. Endlich wäre noch eine bei den Sclerodermi seltener, bei den Pediculaten häufig zu beobachtende Modification zu erwähnen, dass von den Stacheln einer Schuppe ein einzelner sich mächtiger entwickelt und durch seine außergewöhnliche Größe die übrigen übertrifft (Taf. III Fig. 11, 2mal vergr.).

Erklärung der Abbildungen.

Tafel I.

Fig. 1. Hautossification von Antennarius hispidus von der Bauchseite. 100 mal vergr.

Fig. 2. Hautossification von Malthe vespertilio (junges Thier) von der Bauchseite. 100 mal vergr.

Fig. 3. Hautossification von Halieutaea stellata von der Bauchseite. 100 mal vergr.

Fig. 4 u. 5. Kleinste Hautossificationen von Antennarius hispidus von der Bauchseite. 100 mal vergr.

Fig. 6. Kleinste Hautossification von Malthe vespertilio. 100 mal vergr.

Fig. 7. Hautossification vom Unterkiefer von Halieutaea stellata. 20 mal vergr.

Fig. 8. Hautossification von der Unterseite des Unterkiefers von Malthe vespertilio. 20 mal vergr.

Fig. 9. Flossenplättchen von der Schwanzflosse des Antennarius hispidus mit einer darauf gelegenen Hautossification. 100 mal vergr.

Fig. 10. Bauchhaut von Halieutaea stellata, in Kalilauge aufgehellt. 50 mal vergr.

Fig. 11 u. 12. Kleine Hautossificationen von Cyclopterus lumpus. 100 mal vergr.

Fig. 13. Zusammengesetzte Hautossification von Cyclopterus lumpus. 100 mal vergr.

Fig. 14. Stachelartig vorspringende zusammengesetzte Hautossification von Cyclopterus lumpus, schwach vergrößert.

Fig. 15. Hautossification von Centriscus scolopax von der Oberfläche des Auges. 50 mal vergr.

Fig. 16. Hautossification von Centriscus scolopax von der Bauchseite. 50 mal vergr.

Fig. 17. Hautossification von Centriscus scolopax von der Oberfläche des Auges. 50 mal vergr.

Fig. 18. Hautossification von Centriscus scolopax von der Basis der Brustflosse. 100 mal vergr.

Fig. 19 u. 20. Hautossificationen von Centriscus scolopax von der Oberfläche des Auges. 50 mal vergr.

Fig. 21. Zwei Flossenplättchen von der Schwanzflosse des Centriscus scolopax. 50 mal vergr.

Fig. 22. Stück eines ungegliederten Flossenstrahles von der Analflosse des Centriscus scolopax. 50 mal vergr.

Fig. 23. Hautossification eines kleinen Dactylopterus volitans bei seitlicher Ansicht. 20mal vergr.
Fig. 24. Flossenplättchen von der Schwanzflosse von Diana semilunata. 50 mal vergr.
Fig. 25. Haut von Diana semilunata durch Kalilauge aufgehellt. 50 mal vergr.
Fig. 26. Hautossification von Centriscus brevispinis. 100 mal vergr.
Fig. 27. Kleinste isolirte Hautossification von Diana semilunata. 100 mal vergr.
Fig. 28. Hautossification eines kleinen Dactylopterus volitans bei Betrachtung von der Fläche. 50 mal vergr.
Fig. 29. Isolirte Hautossification von Diana semilunata. 100mal vergr.
Fig. 30. Ein Stückchen Haut von einem jungen Dactylopterus volitans, schwach vergrößert.

Tafel II.

Fig. 1. Durchschnitt durch die Haut von Cyclopterus lumpus. 100mal vergr.
Fig. 2. Längsschnitt durch eine Hautossification von Centriscus scolopax. 100 mal vergr.
Fig. 3. Durchschnitt durch eine Hautossification von Malthe vespertilio vom Rand des scheibenförmig abgeplatteten Körpers. 50 mal vergr.
Fig. 4. Längsschnitt durch die Haut von Antennarius marmoratus. 170 mal vergr.
Fig. 5. Querschnitt durch eine Hautossification von Cyclopterus lumpus. 100 mal vergr.
Fig. 6. Querschnitt durch eine Hautossification von Centriscus scolopax. 100 mal vergr.
Fig. 7. Stück eines Querschnittes durch die knorplige Basalplatte von Malthe vespertilio. 400 mal vergr.
Fig. 8. Stück eines Querschnittes durch die knorplige Basalplatte von Halieutaea stellata. 170 mal vergr.
Fig. 9. Stück eines Querschnitts durch den Hautstachel von Chilomycterus orbicularis. 400 mal vergr.
Fig. 10. Stück eines Querschnittes durch den Hautstachel von Chilomycterus orbicularis. 100 mal vergr.
Fig. 11. Durschschnitt durch ein Stück Haut von Lepadogaster? 100 mal vergr.
Fig. 12. Querschnitt durch einen der größten Hautstacheln von Halieutaea stellata. 20 mal vergr.
Fig. 13. Horizontal geführter Schnitt durch die Basis eines solchen Hautstachels. 170 mal vergr.

Tafel III.

Fig. 1. Hautossification von Balistes capriscus. 20mal vergr.
Fig. 2. Hautossification von Monacanthus scopas. 20 mal vergr.
Fig. 3. Hautossification von Triacanthus von der Bauchhaut. 100 mal vergr.
Fig. 4 u. 5. Hautossificationen von Balistes capriscus aus der Bauchhaut in der Umgebung des Unterkiefers. 150 mal vergr.
Fig. 6. Hautossification von Monacanthus choerocephalus bei seitlicher Ansicht. 100 mal vergr.

Fig. 7. Hautossification von Monacanthus choerocephalus bei Betrachtung von der Fläche. 100 mal vergr.
Fig. 8. Hautossification von Monacanthus macrurus. 100 mal vergr.
Fig. 9. Hautossification von Peristethus cataphractum von der Seite des Schwanzes. 2 mal vergrößert.
Fig. 10. Hautossification von Peristethus cataphractum vom Rumpf. 2 mal vergr.
Fig. 11. Hautossification von Balistes lineatus von der Seite des Schwanzes. 2 mal vergrößert.
Fig. 12. Hautossificationen am Schultergürtel von Balistes lineatus. 2 mal vergrößert.
1) plaque anterieure.
2) plaque posterieure.
3) plaque intercalaire inferieure.
4) plaque intercalaire superieure.
Fig. 13. Flossenplättchen von der Schwanzflosse von Triacanthus angustifrons. 100 mal vergr.
Fig. 14. Haut von Triacanthus angustifrons in Kalilauge aufgehellt. 20 mal vergr.
Fig. 15. Haut von Balistes capriscus. Einige Male vergr.
Fig. 16. Hautskelet von Peristethus cataphractum. Natürliche Größe.
Fig. 17. Hautossification von Monacanthus? einer dem M. hoyam verwandten Art bei seitlicher Ansicht. 100 mal vergr.
Fig. 18. Hautossification von Monacanthus hoyam bei Betrachtung von der Fläche. 100 mal vergr.
Fig. 19 u. 20. Kleine Hautossification von Monacanthus? einer dem M. hoyam verwandten Art. 100 mal vergr.
Fig. 21. Hautossification von Monacanthus chinensis bei Betrachtung von der Fläche. 50 mal vergr.
Fig. 22. Hautossification von Monacanthus hoyam bei seitlicher Ansicht. 100mal vergr.
Fig. 23. Hautossification von Monacanthus chinensis bei seitlicher Ansicht. 50 mal vergr.
Fig. 24. Kleine über den Schildern gelegene Hautossification von Agonus cataphractus. 100 mal vergr.
Fig. 25. Ein Stück eines Schildes von Peristethus cataphractum bei Betrachtung von der Oberfläche. 50 mal vergr.
Fig. 26. Hautossification von Chilomycterus orbicularis aus der Gegend hinter der Brustflosse. 2 mal vergrößert.
Fig. 27. Hautossification von der Seite des Schwanzendes von Peristethus cataphractum. 8 mal vergrößert.
Fig. 28. Kleinste Hautossification aus der die Schilder überziehenden Haut von Agonus cataphractus. 100 mal vergr.
Fig. 29. Hautossification von Tetrodon? 50 mal vergr.
Fig. 30. Hautossification von Chilomycterus orbicularis aus der Bauchhaut. 2 mal vergrößert.

Tafel IV.

Fig. 1. Längsschnitt durch ein Hautstück von Balistes capriscus. 20 mal vergr.

Fig. 2. Stück eines Längsschnitts durch eine Schuppe von Balistes capriscus. 100 mal vergr.

Fig. 3. Längsschnitt durch ein Hautstück von Monacanthus chinensis. 2 Schuppen nahe am Rand durchschnitten. 100 mal vergr.

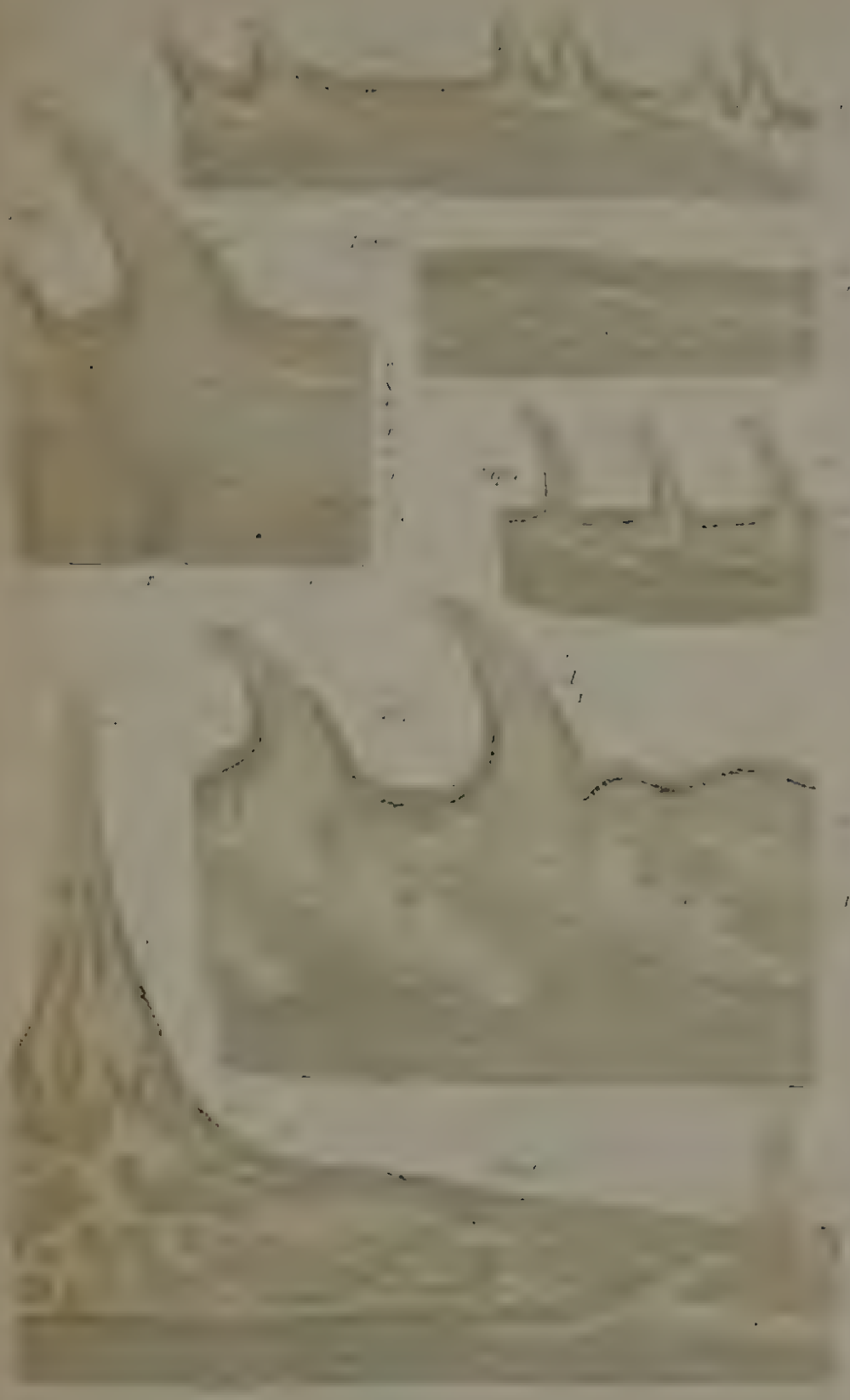
Fig. 4. Längsschnitt durch ein Hautstück von Monacanthus macrurus. 50 mal vergr.

Fig. 5. Längsschnitt durch ein Hautstück von Monacanthus scopas. 50 mal vergr.

Fig. 6. Querschnitt durch eine Hautossification von Dactylopterus volitans. Größeres Exemplar. 50 mal vergr.

Buchstabenerklärung.

a, Höhle im Stachel. a^1 im Nebenstachel.
b, Leiste auf der Oberfläche der Basalplatte.
c, Basalplatte.
d, Hautstachel.
e, Schichtungsstreifen.
f^1, Hauptkamm. f^2, Nebenleiste.
g, Nebenspitzen des Hauptstachels.
h, Verbindungsstück (Hals) des Hautstachels mit der Basalplatte.
i, Haversische Canäle.
k, Gruben auf der Oberfläche der Basalplatte.
l, Matrix des Knochengewebes.
m, Wurzelartige Ausläufer der Basalplatte.
n, Corium.
o, Schleimzellen.
p, subepidermoidale Bindegewebsschicht.
p^1, Papillen derselben.
r, Bindegewebsbündel. r^1, vertical aufsteigende.
s, sclerosirtes Maschennetz in der Basalplatte der Schuppen. s^1, lange Bänder der Maschen. s^2, kurze Bänder der Maschen.
t, Knorpel.
x, homogene Knochensubstanz der Schuppen.
E, Epidermis.
F, Flossenplättchen.



Über die Doppelnatur des Ganglion ciliare.

Von

W. Krause,
Professor in Göttingen.

Mit Tafel V.

Früher[1] hatte ich das Ganglion ciliare als das letzte Grenzganglion des N. sympathicus am Kopfe betrachtet, während es gewöhnlich als ein peripherisches Ganglion des letzteren seit ARNOLD (1831) aufgefasst wurde. SCHWALBE[2] hat dann in einer ausgedehnten Arbeit auf vergleichend-anatomischem Wege zu zeigen versucht, dass dasselbe das Stammganglion einer sensiblen Wurzel des Oculomotorius sei. Diese Annahme habe ich[3] später als zweifelhaft bezeichnen müssen.

Was zunächst die Entwicklungsgeschichte anlangt, so hat REMAK[4] beim Hühnchen nachgewiesen, dass das Ganglion ciliare nicht dem N. oculomotorius angehört, sondern an einem Ausläufer des Ganglion Gasseri entsteht, welcher den beiden ersten Ästen des N. trigeminus entspricht. KÖLLIKER[5] gründete hierauf die Annahme, dass alle sympathischen Ganglien von den Stammganglien der Kopf- und Rückenmarksnerven abstammen, wies zugleich nach, dass das Ganglion sphenopalatinum und das Ganglion oticum in der-

[1] Handbuch der menschlichen Anatomie Bd. I. 1876. pag. 479.

[2] Sitzungsberichte der Jenaischen Gesellschaft für Medicin u. Naturwissenschaft. 15. November 1878. — Jenaische Zeitschrift für Naturwissenschaft 1879. Bd. XIII. — Vergl. W. KRAUSE, Handbuch der menschlichen Anatomie. Bd. II. 1879. pag. 736.

[3] Handbuch der menschlichen Anatomie. Bd. III. 1880. pag. 216.

[4] Untersuchungen über die Entwicklung der Wirbelthiere. 1855. p. 37.

[5] Entwicklungsgeschichte 1879. pag. 615.

selben Weise sich bilden, und His[1] hat jene Vermuthung für das Ganglion ciliare des Menschen kürzlich zur Gewissheit erhoben: »Vom vorderen Ende (des Ganglion Gasseri) erstreckt sich ein verjüngter Fortsatz bis hinter die Augenblase als Anlage des Ganglion ciliare«. — Die Radix longa ist mithin als in die Länge gezogener Rest der Verbindungsbrücke zu betrachten. Da die sympathischen Ganglien überhaupt, wie gesagt nach Kölliker, in derselben Weise entstehen, so dürfte die Entwicklungsgeschichte ihr Gewicht jetzt für die sympathische Natur des Ganglion ciliare in die Wagschale legen.

Schwalbe[2] suchte nun unter Anderem den Nachweis zu führen, dass beim Kaninchen keine Radix brevis existire und die von mir gegebene Beschreibung[3] des Ganglion ciliare überhaupt irrig sei. Ich[4] habe dem gegenüber bereits betont, dass die Ursache der Differenzen wesentlich in Schwalbe's ungenügender Untersuchungsmethode zu suchen ist.

Meine ursprünglichen Angaben lauteten folgendermaßen:

»*N. oculomotorius.* — Entsendet mehrere Zweige für die bekannten Augenmuskeln und außerdem die Radix brevis Ganglii ciliaris.«

»Der *N. nasociliaris* giebt die Radix longa Ganglii ciliaris, so wie zwei Nn. ciliares longi ab — —«

»*Ganglion ciliare.* Liegt an der lateralen Seite des N. opticus, erhält eine Radix longa vom N. nasociliaris, eine Radix brevis vom N. oculomotorius, entsendet Nn. ciliares.«

»Das Ganglion ist fast mikroskopisch, enthält nur wenige Ganglienzellen; es ist mir seit 1852 aus eigener Anschauung bekannt[5]. Seine Exstirpation am lebenden Thiere dürfte werthvolle Aufschlüsse über die Funktion der Ganglien überhaupt liefern, weil ein so fein organisirter Apparat wie das Auge als ein empfindliches Reagens auf Störungen angesehen werden kann.«

Zu dieser Darstellung bemerkte Schwalbe (l. c. pag. 52):

»Krause's kurze Beschreibung ist offenbar zu schematisch, durch die bekannten Verhältnisse des Menschen beeinflusst; denn in fast allen Punkten widerspricht sie dem von mir und Anderen Beobachteten. — —«

---

[1] Anatomie menschlicher Embryonen. Abth. I. 1880. pag. 44. Taf. IV Fig. 11—13 *Gc*, Taf. VII Fig. B 1 *Gc*.

[2] l. c. Sep.-Abdr. pag. 52.

[3] W. Krause, Anatomie des Kaninchens. 1868. pag. 225, 226 u. 260.

[4] Handbuch der menschlichen Anatomie. Bd. III. 1880. pag. 216.

[5] Vergl. unten Taf. V, Erklärung der Figur 4.

»Das sehr kleine Ciliarganglion liegt nun dem Oculomotorius an der Stelle an, wo er unter dem Opticus hindurchschlüpfend so eben am medialen Rande desselben wieder sichtbar wird. Seine Lage ist also wie ich mit Muck und Budge finde unter dem Sehnerven, nicht an dessen lateraler Seite wie Krause angiebt: — —«

»Dass das Ganglion ungestielt dem dritten Hirnnerven aufsitzt, ist schon Krause gegenüber hervorgehoben. Eine Radix brevis existirt nicht; die Fasern, welche in das Ganglion vom Oculomotorius aus treten, sind sofort von Ganglienzellengruppen umgeben. — Während (die Nervenfasern des Oculomotorius) bekanntlich breite markhaltige Fasern von 0,008 bis 0,016 mm Durchmesser darstellen, zeichnen sich die ebenfalls markhaltigen des Ganglienbündels durch ihre Feinheit und gleichmäßige Breite von nur 0,004 mm Durchmesser aus. — —«

»So klein nun das Ciliarganglion ist, so erhält es doch eine ganz beträchtliche Zahl von Ganglienzellen. Also auch hierin befinde ich mich nicht in Übereinstimmung mit Krause, nach dem es nur wenig Ganglienzellen enthält. Ich habe eine ungefähre minimale Schätzung der Zahl dieser Zellen angestellt und kann dieselben nicht unter 150 angeben. — —«

»Ich selbst konnte durch gröbere Präparation eine solche (Radix longa vom N. nasociliaris) nicht auffinden, muss auch mit Entschiedenheit die Verbindung mit irgend einem nervösen Faden für den größeren Theil der Oberfläche des Ganglion in Abrede stellen, da man sich davon durch mikroskopische Untersuchung leicht überzeugen kann. — —«

Eine Radix media s. sympathica kennt Schwalbe überhaupt nicht.

Liest man die beiden vorstehenden Beschreibungen unbefangen durch, so erhält man zunächst den Eindruck, als ob es sich um zwei verschiedene Thiere handele. Diesem Eindruck entsprechend überlegte ich mir, dass Schwalbe wohl vorzugsweise französische Kaninchen wegen ihrer Körpergröße untersucht haben möchte, die ja jetzt leicht zu haben sind. Dies sind aber bekanntlich Abkömmlinge von mit Kaninchen gepaarten Bastarden zwischen Hasen und Kaninchen. Meine Darstellung dagegen bezog sich ausschließlich auf das echte (deutsche) Hauskaninchen, weil zu jener Zeit die französischen Kaninchen eben erst nach Deutschland importirt zu werden anfingen: wie es scheint[1], wurden sie zuerst von Ludwig und Heidenhain im physiologischen Laboratorium verwerthet.

[1] Anatomie des Kaninchens 1868. pag. 5.

Beiläufig bemerkt erwächst für die Morphologie des Kaninchens, wenigstens in so weit Dimensionen etc. von Organen angegeben werden sollen, eine beträchtliche Schwierigkeit aus der regellosen Mischung deutscher und französischer Kaninchen, wie sie seit der allgemeinen Einführung der letzteren nach Deutschland d. h. seit dem Kriege von 1870 beispielsweise in der Provinz Hannover eingetreten ist. Es giebt fast nur Halb- und Viertels- oder Achtelsbastarde, in denen Hasenblut in allen möglichen Verhältnissen enthalten ist.

Sollten nun durch die Bastardirung die Verhältnisse des Ganglion ciliare sich merklich geändert haben, so mussten sie beim Hasen anders liegen, als beim Kaninchen. Ich untersuchte daher zunächst den Hasen und fand zu meiner Verwunderung, dass sich Alles genau so herausstellte (Taf. V Fig. 1), wie bei dem mir genügend bekannten Kaninchen.

Eine zweite Möglichkeit, die abweichenden Befunde SCHWALBE's zu erklären, schien in der Hypothese gegeben, dass es sich um zwei ganz verschiedene Ganglien handle. Das von mir beschriebene, mit Radices longa, media und brevis versehene war jedenfalls das echte Ganglion ciliare. Nun liegt dasselbe meiner und BUDGE's (s. unten) Darstellung nach frei am Sehnerven und die Radix brevis entspringt als erster Zweig vom (Ramus inferior des) Oculomotorius. Das SCHWALBE'sche Ganglion dagegen sitzt weiter nach der Peripherie hin, jenseits der und zugleich (auf den Menschen bezogen) medianwärts von der Abgangsstelle des Zweiges für den M. rectus internus resp. retractor bulbi, dem Stamm des N. oculomotorius unmittelbar an. Man könnte daher das SCHWALBE'sche Ganglion, wenn es ein selbständiges wäre, als Oculomotoriusganglion im Gegensatz zum Ganglion ciliare bezeichnen. Letzteres wäre, wie es in der That der Fall ist, bei den Säugern das letzte sympathische Grenzganglion am Kopfe, welches entwicklungsgeschichtlich (pag. 44) aus dem Ganglion Gasseri hervorgeht. Das Oculomotoriusganglion hingegen würde einer ursprünglich sensiblen (dorsalen[1]) Wurzel des N. oculomotorius angehören, die aber bei den Säugern verkümmerte und beim Menschen ihre Spur kaum in

[1] Diese sensible Wurzel ist nicht mit der kürzlich von DUVAL (Journal de l'anatomie. 1880. p. 285) beschriebenen medialen Wurzel des Oculomotorius zu verwechseln, welche letztere aus dem Abducenskern der entgegengesetzten Seite stammen soll.

wenigen, nach Rosenthal[1] und Reissner[2] im Stamm des Oculomotorius vorkommenden Ganglienzellen verriethe. Das Ganglion ciliare und das Oculomotoriusganglion wären einander keineswegs homolog: letzteres repräsentirte ein den Spinalganglien homologes Wurzelganglion des Oculomotorius und würde bei niederen Wirbelthieren persistiren, während das eigentliche oder sympathische Ganglion ciliare daselbst fehlte. Beim Kaninchen könnten beide Ganglien entweder zugleich vorhanden sein, oder vielleicht als Varietät bald das Eine, bald das Andere vorwiegend entwickelt sich zeigen. Dabei wäre daran zu erinnern, dass auch beim Menschen[3] ein accessorisches Ganglion ciliare in seltenen Fällen beobachtet ist.

In der That habe ich einmal zwei Ganglia ciliaria beim Kaninchen beobachtet (Taf. V Fig. 4). Das größere saß an der Abgangsstelle der zusammen entspringenden Zweige für die Mm. rectus internus und retractor bulbi dicht dem Nervenstamme angelagert; es erhielt nur die Radix longa, stand weder mit dem N. oculomotorius noch mit dem kleineren Ganglion in nachweisbarer Verbindung und gab einen N. ciliaris ab. Seine Länge betrug 1,1; die Breite 0,5 mm. Das zweite Ganglion war, gleiche Dicke vorausgesetzt, wenigstens um das Zehnfache kleiner, von 0,37 Länge auf 0,11 Breite. Es lag frei längs des Nervenstammes, gegenüber dem größeren Ganglion, war von demselben durch die ganze Dicke des hier 1,3 mm breiten Oculomotorius getrennt, nahm die 0,4 lange Radix brevis so wie eine feine Radix media auf und entsendete peripherisch einen N. ciliaris. Eine direkte oder indirekte Verbindung zwischen beiden Ganglien ließ sich wie gesagt nicht nachweisen.

Das kleinere Ganglion, *Ganglion ciliare accessorium*, war also das Oculomotoriusganglion, das größere das letzte sympathische Grenzganglion am Kopfe, welches vom N. trigeminus resp. dem Ganglion Gasseri abstammt. In der Gegend des Ursprunges der Radix brevis enthielt in einem anderen Falle beim Kaninchen der R. inferior n. oculomotorii eine Anzahl von Ganglienzellen eingestreut, die ihrer Bedeutung nach offenbar zum Oculomotoriusganglion gehörten. Jedoch ist auf eine solche Varietät die oben citirte Angabe von

---

[1] De numero atqua mensura microscopica fibrillarum elementarium systematis cerebrospinalis symbolae. Vratislaviae. 1845. pag. 13 und 14. — Vergl. W. Krause, Handbuch der menschlichen Anatomie. Bd. I. 1876. pag. 472.

[2] Archiv für Anatomie und Physiologie. 1861. pag. 721.

[3] Vergl. W. Krause, Handbuch der menschlichen Anatomie. Bd. III. 1880. pag. 215.

Rosenthal und Reissner nicht zurückzuführen, wonach der Stamm des Oculomotorius beim Menschen Ganglienzellen enthält: man müsste also hier hinzufügen: in der Nähe des Ganglion ciliare. Wahrscheinlich kommen sie nur als Varietät vor.

So wichtig der beschriebene Befund eines doppelten Ciliarganglions für die Theorie des letzteren zu werden verspricht (s. am Schluss dieser Abhandlung pag. 54), so ist es doch klar, dass daraus die differenten Angaben Schwalbe's nicht erklärbar sind, weil diese Varietät überhaupt nur einmal zur Beobachtung kam. In so fern Letzterer als sorgfältiger Beobachter allgemein bekannt ist, müssen die Gründe der Differenzen wohl anders wo gelegen sein. Hätte nun Schwalbe sich zunächst mit der Anlage meiner Anatomie des Kaninchens (pag. 5) etwas vertrauter gemacht, so würde ihm nicht entgangen sein, dass es mir aus praktischen Gründen genügte: »Alles dasjenige mitzutheilen, was sich beim Kaninchen anders verhält wie beim Menschen«. Wenn eine dennoch im Ganzen sich den Verhältnissen des Menschen anschließende Darstellung gegeben wurde, so liegt darin für den Nachuntersucher oder Experimentator mithin der Wink: die Sachen sind beim Kaninchen wie beim Menschen, obgleich es auf den ersten Blick vielleicht nicht so aussehen mag. Eine Wurzel des Ganglion ciliare könnte z. B. rückläufig sein (s. unten pag. 49). — Es bleibt fernerhin die Untersuchungsmethode zu prüfen.

Wenn man wie Schwalbe successive 20%ige Salpetersäure in gelinder Wärme, absoluten Alkohol und Färbemittel anwendet, so erhält man zwar recht schöne Präparate, die aber für feinere Zwecke wenig taugen. Die zarteren Nerven werden so brüchig, dass sie leicht abreißen, und die stärkere Radix brevis nebst dem Ganglion ciliare können am Stamme des Oculomotorius ankleben, resp. an solchen in Alkohol gehärteten und eingeschlossenen Präparaten sich auf letzteren projiciren. Unter diesen Umständen erklärt es sich sehr einfach, wesshalb Schwalbe weder ein freiliegendes Ganglion ciliare, noch die Radix longa, geschweige denn die Radix media auffinden konnte, und das Ganglion überhaupt wahrscheinlich nur dann erhalten blieb, wenn es dem Stamm des Oculomotorius dicht aufsaß, was als Varietät vorkommt (Taf. V Fig. 5).

Aus technischen Gründen würde ich der Salpetersäure die von mir[1] angegebene Schwefelsäure-Methode, welche das Bindegewebe

[1] Beiträge zur Neurologie der oberen Extremität. 1865. pag. 15.

leicht beseitigen lässt, vorgezogen haben, wenn nicht stärkere Säuren überhaupt für so feine Nerven unzweckmäßig wären.

Am besten durchsägt man den frischen Kaninchenkopf in der Medianebene, entfernt die Wände der Augenhöhle mit Ausnahme ihres knöchernen Hintergrundes und die Augenlider und legt das aus dem Inhalt der Augenhöhle bestehende Präparat einen Tag in etwa 3 % ige Essigsäure. Dann präparirt man unter der Loupe von unten her. Man kann auch gleich am frischen Präparate arbeiten, wenn das Thier durch Verblutung getödtet wurde: da man aber doch unter dem Mikroskope Essigsäure oder Natron anwenden muss, so ist damit kein Vortheil verbunden. Die auf Taf. V abgebildeten Präparate sind auf diese Weise dargestellt: sie werden keinen Zweifel darüber lassen, dass meine Darstellung im Wesentlichen richtig war, wenn auch Varietäten vorkommen und nicht in jeder Figur alle Wurzeln des Ganglion dargestellt wurden. Zu den Zahlenangaben wurden Kaninchen benutzt, die von der Schnauze bis zur Schwanzwurzel 40 bis 44 cm maßen, deren reine Abstammung aber, vorausgesetzt, dass solche Bastarde überhaupt existiren, nach dem Gesagten (pag. 46) nicht verbürgt werden kann.

Radix brevis. Abstrahirt man von der oben erwähnten Varietät (pag. 47), so sind noch zwei Fälle zu unterscheiden. Die Regel ist, dass das Ganglion ciliare frei neben dem Sehnerven liegt und die Radix brevis als erster Ast des (R. inferior des) Oculomotorius entsteht. Viel weniger häufig liegt das Ganglion wandständig und zugleich weiter nach der Peripherie hin, entweder in dem spitzen Abgangswinkel des Zweiges für den M. rectus internus (s. unten pag. 53) oder doch in der Nähe dieser Abgangsstelle. Im ersteren Falle ist die Radix brevis verschieden lang: 0,12—0,16—0,24—0,5 mm (Fig. 1, 2, 3, 5, 6, 7); im letzteren Falle ist sie ganz kurz, z. B. 0,03 mm lang; stets aber zweiwurzlig oder mehrwurzlig (Fig. 5). Die Bündel der aus feineren Nervenfasern bestehenden Radix brevis lassen sich, wie bereits Budge angiebt, gewöhnlich eine Strecke weit im Stamm des Oculomotorius verfolgen.

Radix longa. Dieselbe stammt vom N. nasociliaris (Fig. 2): sie kann in rechtem Winkel von letzterem abgehen und neben der Austrittsstelle der beiden Nn. ciliares zum peripherischen Ende des Ganglion gelangen (Fig. 1), was als Varietät in ähnlicher Weise beim Menschen vorkommt: Radix longa recurrens[1].

[1] Vergl. W. Krause, Handbuch der menschlichen Anatomie. Bd. III. 1880. pag. 216.

Radix media s. sympathica. Diese bisher noch nicht beschriebene Wurzel verläuft isolirt (Fig. 1) oder häufig mit der Radix longa zusammen (Fig. 6) zum Ganglion, ist dann an ihren blassen marklosen Nervenfasern zu erkennen, führt öfters Ganglienzellen oder ist in mehrere Fäden getheilt (Fig. 5), die aus dem Plexus ophthalmicus stammen, welcher seinerseits die A. ophthalmica (Fig. 3 *Ao*) begleitet. Sowohl jener Verlauf als die Theilung in mehrere Fäden sind vom Menschen bekannt[1] und nach REICHART Letzteres sogar die Regel.

Für die Größe des Ganglion ciliare finde ich bei Kaninchen der genannten Körperlänge im Mittel 0,45 Länge auf 0,25 Breite. BUDGE (s. unten) giebt 0,25, SCHWALBE 0,48 bis 0,64 mm an. Um die Differenz zu erklären, sind verschiedene Wege möglich. Entweder handelt es sich bei SCHWALBE nur um ganz vereinzelte Bestimmungen, oder SCHWALBE's Kaninchen enthielten Hasenblut, oder — wie SCHWALBE übrigens selbst andeutet — hat er das Ganglion etwas aus einander gequetscht, wobei die Salpetersäure-Methode mitgewirkt haben wird. Dass daraus Fehler auch bei Bestimmung der Anzahl der Ganglienzellen erwachsen können, leuchtet wohl von selbst ein. Letztere schätze ich auf mindestens 100, im Maximum auf 120; beim Hasen jedoch, wo das Ganglion nur sehr wenig größer ist als beim Kaninchen, etwas höher als SCHWALBE, z. B. auf 260. Nun wird auch meine Angabe verständlich sein (s. oben pag. 44): »das Ganglion enthält nur wenige Ganglienzellen«. Nämlich im Vergleich zum Menschen!

Lage. Was die topographische Lage des Ganglion ciliare anlangt, so befindet sich dasselbe nach SCHWALBE am medialen Rand des Sehnerven, nach MUCK und BUDGE an der unteren, nach meiner Angabe an der lateralen Seite des letzteren.

Die Differenz beruht vorzugsweise auf einem Wortstreit. Es ist selbstverständlich und brauchte desshalb nicht besonders gesagt zu werden, dass der Oculomotorius wie z. B. beim Menschen *unter* dem Opticus hindurchtritt. Da nun das Ganglion an der kurzen Radix brevis sitzt, so muss es wiederum selbstverständlich an der unteren Seite des Sehnerven zu suchen sein. In der gewöhnlichen Kopfhaltung des Kaninchens ist dasselbe aber von der lateralen Seite

[1] REICHART, Beiträge zur Anatomie des Ganglion ophthalmicum. 1875. pag. 20.

her zugänglich (Taf. V Fig. 3) und diese für den Operateur wichtige Anordnung wird durch die Notiz »an der lateralen Seite« kurzer Hand präcisirt.

Nach der gewöhnlich von mir gewählten Terminologie müsste es heißen: an der unteren hinteren Seite. Hierbei kommt es zunächst darauf an sich zu verständigen, in welcher Stellung der Kopf des Kaninchens geschildert werden soll.

Seiner Zeit hatte ich[1] das Kaninchen *in aufrechter Stellung* beschrieben. Es ist in der That kaum möglich, wenn man auf genauere topographisch-anatomische Angaben Gewicht legt, die gewöhnliche Bezeichnungsmethode (proximalwärts = vorn, anstatt = oben beizubehalten, ohne den Leser, der nicht etwa express Kaninchen-Anatomie treibt, einer fortwährenden Konfusionsgefahr auszusetzen.

Nun liegt unter diesen Verhältnissen die Nase nach vorn gerichtet und die Hohlpyramide der Augenhöhle so, dass ihr Dach zwar horizontal steht, ihre offene Basis aber nicht wie beim Menschen nach vorn, sondern lateralwärts schaut, ihre Spitze dagegen nicht nach hinten sondern medianwärts gerichtet ist. Der Sehnerv und die Augenmuskeln verlaufen also lateralwärts; der M. rectus externus s. lateralis müsste eigentlich M. rectus *posterior* heißen: am N. opticus kann man eine obere, untere, hintere und vordere Seite unterscheiden u. s. w.

Dieser immerhin misslichen Terminologie habe ich mich in der Kaninchenanatomie bedienen müssen, weil es zur Zeit keine bessere gab. Das lebende Kaninchen, an dem operirt, eventuell das Ganglion ciliare exstirpirt werden soll (s. oben pag. 44), hält nun aber wie bekannt den Kopf für gewöhnlich gesenkt, die Nasenspitze schräg nach unten. Was man also beim Menschen laterale Seite des Sehnerven zu nennen pflegt, wird beim Kaninchen, wenigstens für den Operateur, wenn derselbe das Thier zunächst vor sich sitzen hat, zur hinteren oberen Fläche.

Es ist zu bemerken, dass über die Bezeichnung »laterale« Seite des Sehnerven, die derselbe überhaupt gar nicht besitzt, desshalb kein Zweifel bestehen konnte, weil die erstere sich wie gesagt unmittelbar an die Nomenklatur beim Menschen anschließt. Auch

[1] Vergl. Anatomie des Kaninchens. 1868. pag. 7.

Schwalbe begnügt sich z. B. die vordere Seite des N. opticus als die mediale zu benennen.

Gleichwohl hatte Schwalbe hervorgehoben (s. oben pag. 44): meine Darstellung widerspräche in fast allen Punkten dem von Schwalbe und Anderen Beobachteten.

Der unbefangene Leser würde danach erwarten anders wo bereits specielle Beschreibungen des Ganglion ciliare zu finden. Sieht man jedoch die beiden einzigen, übrigens schon früher bekannten Autoren, nämlich Muck und Budge nach, so findet man Bezügliches:

Muck[1]: »In trunco Nervi Tertii sub nervo optico sita macula lutea, aliquantulum prominens conspicitur, quae ganglion constituit.«

Budge[2]: »Der Stamm (des N. oculomotorius) läuft unter den M. rectus internus, wird dann bedeckt vom N. opticus. Unter demselben theilt er sich wie auch beim Menschen. Unmittelbar vor der Theilung geht ein sehr feines Fädchen ab, die *Radix brevis nervorum ciliarium*, und gerade an der Abgangsstelle liegt wie ein Sandkörnchen auf dem Stamm des N. oculomotorius das kleine, $^1/_4$ mm im Durchmesser habende Ganglion ciliare. Die Fasern, welche in das Ganglion hineingehen, lassen sich eine Strecke weit in den Stamm des N. oculomotorius verfolgen. Sie liegen neben denen, die zum M. obliquus inferior gehen.«

»— hebt man den N. oculomotorius etwas in die Höhe, so zeigen sich nach außen vom N. oculomotorius und N. nasociliaris zwei sehr feine Fäden, die Nn. ciliares trigemini, von denen der nach außen vom Nasociliaris liegende N. ciliaris internus longus, der bisweilen doppelt vorhanden und dicker ist als der innere, die *Radix longa ganglii ciliaris* ist.«

Aus dieser nicht leicht verständlichen Beschreibung resultirt mit Rücksicht auf die Abbildung Budge's, dass ein aus dem Ganglion ciliare hervorgehender Nerv sich unter einem rechten Winkel (vergl. Taf. V. Fig. 1) mit einem Ast des N. nasociliaris vereinigt. Mit andern Worten: die Radix longa gelangt rückläufig zum Ganglion ciliare.

Dies ist jedoch nicht konstant (Taf. V Fig. 2). Da nun auch die Differenz in Betreff der Lage des Ganglion zwischen den Angaben von Muck, Budge und mir wesentlich auf der verschieden vor-

---

[1] Dissertatio anatomica de ganglio ophthalmico etc. Landishuti. 1815. pag. 21.

[2] Über die Bewegung der Iris. 1855. pag. 32 u. 33.

ausgesetzten Kopfhaltung des Kaninchens beruht, so bleibt hierbei nichts zu erörtern, als die Schwalbe'sche Angabe über den Situs am medialen Rande des Sehnerven.

Hierfür kommt es darauf an, ob das Ganglion mehr centralwärts oder mehr peripherisch am Stamm des Oculomotorius gelegen ist. In der Regel ist die Radix brevis der erste vom Oculomotorius abgegebene Zweig, nachdem sich dessen Stamm in einen R. superior und einen R. inferior getheilt hat. Obgleich meine Untersuchungen nicht ausreichen, um Procentzahlen anzugeben, so lässt sich doch sagen, dass das Ganglion am häufigsten bis nahe an die Abgangsstelle der Zweige für die Mm. rectus internus und retractor bulbi heranrückt. Dabei hält es sich an den hinteren, beim Menschen lateralen Rand des R. inferior. Lässt man *bei aufrechter Kopfhaltung* des Kaninchens den Opticus an seinem untersten Rande von einer horizontalen und an seinem vorderen (beim Menschen medialen Rande von einer vertikalen Ebene tangirt werden, so liegt das Ganglion meistens da, wo beide Ebenen sich schneiden. Selten sitzt es im spitzen Abgangswinkel des Zweiges für den M. rectus internus: jenseits des Abganges des Zweiges für den M. retractor bulbi also am Endzweig des Oculomotorius für die Mm. rectus inferior und obliquus inferior, wie es Schwalbe[1] zeichnet, habe ich es überhaupt nur einmal angetroffen. Da auch Budge die Radix brevis nur als ersten Zweig des R. inferior des Oculomotorius kennt und abbildet, so läuft die Sache darauf hinaus, dass Schwalbe eine jedenfalls sehr seltene Varietät als die Norm beschrieben hat.

Das Ergebnis dieser Untersuchung lässt sich mithin in Kurzem formuliren wie folgt.

Wenn Schwalbe's Angaben richtig wären, so müsste die Beschreibung in meiner Anatomie des Kaninchens etwa lauten:

Ganglion ciliare (nach Schwalbe). Liegt an der unteren vorderen Seite des N. opticus dem Endzweige des N. oculomotorius für die Mm. rectus inferior und obliquus inferior unmittelbar an. Ist 0,48 bis 0,64 mm groß und enthält mindestens 150 Ganglienzellen. Eine Radix brevis ist nicht vorhanden, eben so wenig eine Radix media; die Radix longa ist zweifelhaft.

Dagegen nach meinen Untersuchungen:

Ganglion ciliare (nach W. Krause). Liegt unter dem N. opticus, ist oval und abgeplattet, erscheint bei der gewöhnlichen

[1] l. c. Taf. XII Fig. 5.

Kopfhaltung des lebenden Kaninchens dem freien Auge als gelbröthliches Pünktchen am unteren hinteren (beim Menschen unteren lateralen) Rande des Sehnerven. Seine Länge beträgt 0,4—0,5 im Mittel 0,45 (beim Hasen 0,54), seine Breite 0,2—0,3, im Mittel 0,25 (beim Hasen 0,38). Es enthält mehr als 100 Ganglienzellen. Die doppelte Radix brevis ist der erste Zweig des R. inferior n. oculomotorii, die Radix longa ist häufig rückläufig, und gelangt dann neben der Austrittsstelle der beiden Nn. ciliares breves zum lateralen (beim Menschen vorderen) Ende des Ganglion. Die Radix media verläuft in der Regel mit der Radix longa zusammen zum medialen (beim Menschen hinteren) Ende des Ganglion oder ist in mehrere feine Nervenfäden getheilt.

Varietät. Die Radix brevis ist sehr kurz, das Ganglion liegt dann gewöhnlich an der Abgangsstelle des Zweiges für den M. rectus internus. Nach SCHWALBE kann sich dasselbe an der unteren vorderen Seite des Sehnerven befinden, und wandständig am Endzweig des N. oculomotorius für die Mm. rectus inferior und obliquus inferior sitzen.

Damit tritt das Kaninchen in die Reihe derjenigen Thiere zurück, bei denen sich das Ganglion ciliare seinem Wesen nach eben so verhält, wie beim Menschen. Als Resultat der Kontroverse ergiebt sich, dass SCHWALBE entweder in Folge seiner Untersuchungsmethode oder wegen zu geringer Anzahl seiner Untersuchungen oder vielleicht durch Beides zusammen veranlasst wurde, die Radix longa und media zu übersehen und eine als Varietät vorkommende für die normale Lage des Ganglion ciliare anzunehmen.

Was die niederen Wirbelthiere anlangt, so wird es einer sorgfältigen Nachprüfung bedürfen, wie weit für letztere die Untersuchungsmethode mit Salpetersäure und Alkohol ausreichend ist, zumal auch WIEDERSHEIM[1] bei Petromyzon fluviatilis keine Spur einer dorsalen Wurzel am Oculomotorius gefunden hat.

Nehmen wir jedoch die SCHWALBE'schen Angaben für niedere Wirbelthiere bis auf Weiteres als zuverlässig an, so ergiebt sich, zusammengehalten mit der oben beschriebenen Varietät beim Kaninchen, dass das Ganglion ciliare der Säuger aus zwei ganz verschie-

---

[1] Jenaische Zeitschrift für Naturwissenschaft. 1880. Bd. XIV. pag. 1.

denen, aber räumlich verbundenen Bestandtheilen zusammengesetzt ist. Bei weitem der größere Theil repräsentirt wie gesagt das letzte sympathische Grenzganglion am Kopfe, welches der Entwicklungsgeschichte zufolge als Ausläufer des Ganglion Gasseri entsteht und dem Trigeminus angehört. Ein kleiner Theil aber ist ein den Spinalganglien homologes Stammganglion einer (dorsalen oder) sensiblen Wurzel des Oculomotorius, das sehr rudimentär und für gewöhnlich mit jenem obersten sympathischen Ganglion untrennbar vereinigt ist. Der Oculomotorius ist ein echter segmentaler Schädelnerv, das Oculomotoriusganglion der niederen Wirbelthiere aber nicht dem Ganglion ciliare der Säuger, sondern nur wenigen mit der Radix brevis in direktem Zusammenhange stehenden Zellengruppen desselben homolog.

Göttingen, im Juni 1880.

Erklärung der Abbildungen.

Tafel V.

In sämmtlichen Figuren bedeuten:

Noc, Centrales Ende des N. oculomotorius.
Nop, Peripherisches Ende des N. opticus.
Nas, N. nasociliaris.
Cil, Nn. ciliares.
Ao, A. ophthalmica (superior).
Rb, Radix brevis ganglii ciliaris.
Rl, Radix longa - -
Rm, Radix media - -
rs, Ramus superior n. oculomotorii.
mi, Zweig des N. oculomotorius zum M. rectus internus.
roi, Zweig des N. oculomotorius zu den Mm. rectus inferior und obliquus inferior.
rt, Zweig des N. oculomotorius zum M. retractor bulbi.

Fig. 1. Vom Hasen. Die Radix longa ist doppelt und geht in rechtem Winkel vom N. nasociliaris (*Nas*) ab. Vergr. 20.

Fig. 2. Vom Kaninchen. Von unten her gesehen. Vergr. 5.

Fig. 3. Rechtes Auge bei der natürlichen Kopfhaltung des Kaninchens von der hinteren (beim Menschen lateralen) Seite her gesehen. Vergr. 5.

Fig. 4. Varietät: vom Kaninchen. Es ist ein kleineres Ganglion ciliare accessorium vorhanden, welches die Radix brevis und die Radix media aufnimmt. Vergr. 10.

Fig. 5. Vom Kaninchen. Die Radix brevis ist wie die Radix media in mehrere Fäden zerfallen, die Nn. ciliares verlaufen anfangs noch zu einem Stamm vereinigt. Vergr. 50.

Fig. 6. Vom Kaninchen. Die Radix media verläuft nahe am Ganglion ciliare im Neurilem der Radix longa eingeschlossen. Vergr. 60.

Fig. 7. Vom Kaninchen, nach einer Skizze aus dem Jahre 1852. Das Präparat war frisch dargestellt und unter dem Mikroskop mit Essigsäure behandelt. Von dem Ganglion ciliare ist nur der mediale (beim Menschen hintere) Theil angegeben. Vergr. 250. — Mit Ausnahme der Fig. 7 sind alle Figuren von Herrn PETERS in Göttingen nach der Natur gezeichnet.

Fig 2
Fig 3
Fig 4
Fig 5
Fig 6
Fig 7

Untersuchungen über die Bauchmuskeln der Krokodile, Eidechsen und Schildkröten.

Von

Dr. ph. Hans Gadow.

Mit Tafel VI.

Bei einer die Muskulatur des Beckens der Reptilien behandelnden Untersuchung stellte sich sehr bald heraus, dass die zum großen Theil an den Beckenknochen inserirenden sogenannten Bauchmuskeln nicht übergangen werden konnten. Da nun bei einem näheren Eingehen auf diese Gebilde sich manche eigenthümliche, bisher nirgends genauer beschriebene oder selbst nur erwähnte Verhältnisse herausstellten, die auf die Entstehung und Ableitung der einzelnen Muskeln ein neues Licht warfen, so habe ich auf Anlass des Herrn Geheimrath Gegenbaur die Bauchmuskeln der Reptilien, mit Ausnahme der fußlosen, einer eingehenden Bearbeitung unterworfen und theile nun im Folgenden die Ergebnisse mit.

Aus der ziemlich reichhaltigen Litteratur hebe ich außer Bojanus' vorzüglichem Werke die von Prof. Mivart bearbeitete Muskulatur der Iguana tuberculata hervor; mehrere der älteren Werke konnten nur in geringerem Maße benutzt werden. Prof. Schneider's neue Ansichten über die Myologie der Wirbelthiere konnte ich leider in häufigen Fällen mit meinen gewonnenen Resultaten nicht vereinbaren.

Die für jeden Muskel gebrachten Angaben der Synonymie und Litteratur sind nicht chronologisch geordnet, sondern so, dass zuerst die alle drei Ordnungen der Reptilien behandelnden Arbeiten, darauf die monographischen folgen: es bedeuten dabei *C*: Crocodilini: *Ch*: Chelonii: *S*: Saurii.

Herrn Geheimrath Gegenbaur, durch dessen Güte mir ein sehr reichhaltiges alle größeren Gruppen umfassendes Material bereitwilligst zu Gebote gestellt wurde, und der mich häufig durch seinen Rath unterstützt hat, bin ich zu großem Danke verpflichtet.

Die Verschiedenheit der untersuchten Reptilien machte trotz der nun nicht zu vermeidenden Wiederholungen im beschreibenden Theile eine getrennte Behandlung der Krokodile, Eidechsen und Schildkröten nöthig.

In Bezug auf das Skelet und die Bezeichnung seiner einzelnen Theile sei auf die Werke von Cuvier, Meckel, Stannius und Brühl, das Skelet der Crocodilinen, verwiesen; ich beschränke mich darauf in der folgenden Tabelle die Zahlen der Wirbel mit wahren und den folgenden noch ziemlich langen falschen Brustrippen, und die Nummern der Sacralwirbel bei einigen der von mir untersuchten Species anzugeben. So hat z. B. Cyclodus 7 wahre (d. h. sich mit dem Sternum verbindende) Brustrippen, die zum 9. bis 15. Wirbel gehören. Vom 16. Wirbel an caudalwärts gerechnet finden sich nur falsche, mit ihren Ventralstücken die Mittellinie nicht mehr erreichende Rippen, die vom 34. Wirbel an aber bedeutend kürzer werden, allmählich also in sogenannte Lendenrippen übergehen. Das Os ilei endlich ist bei Cyclodus mit dem 39. u. 40. Wirbel verbunden.

Bei der Beschreibung der Muskeln werden Ausdrücke wie vorn und hinten, oben und unten, möglichst vermieden und durch die Bezeichnungen kopf- und caudalwärts, dorsal und ventral, lateral und medial ersetzt. Ergaben sich auch hieraus einige der Nachsicht sehr bedürftige Härten in der Form, wie »der Muskel verläuft von dorsal- und kopfwärts nach ventral- und caudalwärts« so wurde doch wenigstens durch solche grammatisch zweifelhafte Wendungen eine präcisere Darstellung ermöglicht.

	Wahre Brustrippen.	Längere falsche Brustrippen.	Sacral-wirbel.
Crocodilus acutus und Alligator missis. (5 Ex.)	10—16	17—23	24. 25
Monitor indicus	10—12	13—25	30. 31
Hydrosaurus gigant.	10—12	13—24	30. 31
- marmor.			29. 30
Lacerta viridis	9—14	15—21	28. 29
Cnemidophorus sp.? (3Ex.)	9—15	16—18	27. 28
Cyclodus Boddaerti.	9—15	16—33	39. 40
Ophryoessa sup.	10—14	15—16	26. 27
Polychrus marm.	8—13	14—22	29. 30
Phrynosoma corn.	8—17		23. 24
Ptyodactylus sp.? (2 Ex.)	10—14	15—20	27. 28
Chamaeleon afric.	6—9	10—17	23. 24

Außerdem wurden noch untersucht von Lacerta muralis, L. coerulea und L. stirpium je 4 Exemplare; Iguana tuberculata, Chamaeleon sp.?; Testudo sp.?; Emys europaea und E. serrata, im Ganzen 21 Species in 37 Exemplaren.

Heidelberg, Juli 1880.

Litteratur.

1) Wiedemann, Archiv f. Zoologie und Zootomie. Braunschweig 1802. Bd. III. pag. 78 f. (Fortsetzung der anatomischen Beschreibung der Schildkröten. T. tabulata.)

2) F. Tiedemann, Anatomie und Naturgeschichte des Drachens (Draco viridis). Nürnberg 1811. Mit 3 Tafeln. (Sehr wenig über Muskeln.)

3) L. Bojanus, Anatome testudinis Europaeae. Vilnae 1819. Folio. XXXI Tafeln.

4) H. Buttmann, De musculis Crocodili. Diss. inaugur. Halae 1826.

5) J. F. Meckel, System der vergleichenden Anatomie. Halle 1828. Theil III.

6) C. G. Carus, Lehrbuch der vergleichenden Anatomie. Leipzig 1834. Theil I. pag. 286 f. (Nur etwas über den M. rectus und die Mm. obliqui.)

7) G. Cuvier, Leçons d'anatomie comparée. IIme édit. Paris 1835. Tome I.

8) v. Siebold und Stannius, Lehrbuch der vergleichenden Anatomie. 2. Aufl. Berlin 1854. (Als: H. Stannius. Handbuch der Anatomie der Wirbelthiere.)

9) H. Rathke, Über die Entwicklung der Schildkröten. Braunschweig 1848. (Mit Tafeln.)

10) H. Rathke, Untersuchungen über die Entwicklung und den Körperbau der Krokodile. Herausgegeben von W. v. Wittich. Braunschweig 1866. (Mit Tafeln.)

11) C. v. Gorski, Über das Becken der Saurier. Dissert. Dorpat 1852. (Mit Tafeln.)

12) R. Owen, On the anatomy of Vertebrates. Vol. I. London 1866. (Mit Holzschnitten.)

13) St. G. Mivart, On the Myology of Iguana tuberculata: In Proceedings of the Zoological Society of London 1867. pag. 766—97. (Mit vielen Holzschnitten.)

14) C. Gegenbaur, Grundriss der vergleichenden Anatomie. Leipzig 1874.

15) C. K. Hoffmann, Bronn's Klassen und Ordnungen des Thierreichs. Bd. 6. Abth. III. Reptilien. Leipzig-Heidelberg 1879. (Mit Tafeln.) und Bd. 6. Abth. II. Amphibien. Leipzig-Heidelberg 1873—78. (Mit Tafeln.)

16) A. Schneider, Beiträge zur vergleichenden Anatomie und Entwicklungsgeschichte der Wirbelthiere. Berlin 1879. pag. 105 f. (Mit Tafeln.)

17) R. Wiedersheim, Die Anatomie der Gymnophionen. Jena 1879. (Mit Tafeln.)
18) H. Gadow, Zur vergleichenden Anatomie der Muskulatur des Beckens und der hinteren Gliedmaße der Ratiden. Jena 1880. (Mit Tafeln.)

Eintheilung der Rumpfmuskeln.

A. Beckenmuskeln. (Rami dorsales der Spinalnerven.)
- M. longissimus dorsi
- Mm. Interspinales etc.
- Mm. serrati.
- M. Iliocostalis.

(Mit dem M. iliocostalis am Schwanze dessen dorsale Muskelmasse bildend.)

B. Seitenrumpfmuskeln. (Rami ventrales der Spinalnerven.)

Nach außen von den Spinalnerven.
- M. Obliquus externus 1. Schicht.
- 2. Schicht.
- Mm. Intercostales
  - Scaleni.
  - longi.
  - externi.
  - Quadratus lumborum.
  - interni.
  - scalares.

  Am Schwanze als die ventrale Hälfte der Muskulatur. M. ischiococcygeus.
- M. obliquus internus.

Nach innen
- M. transversus.
- M. »diaphragmaticus«.
- Mm. retrahentes costarum.

C. Viscerale oder gerade Bauchmuskeln. (Genetisch den visceralen zugehörig.)
- M. rectus ventralis.
- - - internus.
- - - lateralis.

I. Untersuchung.

M. obliquus abdominis externus.

Grand oblique. Cuvier. pag. 325.
Äußerer schiefer Bauchmuskel. Meckel. *S.* Nr. 3. pag. 155. *Ch.* Nr. 1. pag. 126.
M. obliquus externus. Stannius.
Obliquus externus + internus + Serrati. Schneider.
M. oblique descendens. Buttmann. pag. 14.
M. obliquus abdominis externus. Gorski. *C.* pag. 17. *S.* pag. 22.
External oblique. Mivart. pag. 771.
Ohne Namen. Wiedemann. Nr. 49. pag. 92.
M. obliquus abdominis. Bojanus. Nr. 40.
M. obliquus abdominis. Hoffmann. Nr. 73.

Crocodilini. Sehnig fleischig mit je einem platten Zacken von den Processus uncinatis der echten Rippen entspringend; von

dort erstreckt sich der Ursprung als sehnige Aponeurose neben der lateralen Grenze des M. iliocostalis von den Rippen kommend, caudalwärts bis in Höhe des 23. Crocodilus Wirbels. Dieser letzte Ursprung überdeckt dorsal den M. iliocostalis deutlich.

Von dieser ziemlich geraden Ursprungslinie nimmt der Muskel einen schrägen disto-ventralen Verlauf und inserirt mit seiner Pars thoracica dünn fleischig an der Außenfläche der Sternaltheile der Rippen des 10. bis 16. Wirbels, erreicht aber die Medioventrallinie nicht.

Caudalwärts vom Sternum wird die Insertion aponeurotisch, verwächst mit der der anderen Seite und liegt dem M. rectus abdominis nebst dessen Inscriptiones tendineae äußerlich auf, jedoch nicht in dem ganzen Verlaufe des Rectus, denn von der 6. Inscription an (bei Crocodilus) kriecht die Aponeurose allmählich unter den lateralen Theil des Rectus und inserirt am ventralen Ende des verbreiterten Os pubis, dem lateralen Rande desselben, und mit einem sehnigen Zacken, der zwischen den Insertionen einiger Beckenmuskeln (auf Fig. 7 bei Hydrosaurus mit a_2 u. a_3 bezeichnet) durchtritt, an der Ventralfläche der Acetabularkapsel. Außerdem ist er in Höhe des Os pubis mit dem Seitentheile des Rectus innig verwachsen.

Unter diesem Haupttheile des äußeren schiefen Bauchmuskels liegt eine zweite mehr bandförmige Muskelmasse, die zwar auch fleischig und stark aber von bedeutend geringerer Ausdehnung ist[1]. Sie nimmt ihren Ursprung von der Außenfläche des mittleren Drittels der Rippen, bei Crocodilus vom Wirbel 15 an abwärts. In Höhe des 20. Wirbels verschmilzt sie mit der oberen Schicht, reicht aber innerlich näher an die Medianlinie des Bauches als der äußere Theil und zwar so, dass der in Rede stehende Muskel äußerlich durch die halbe Breite des Rectus mit dessen knöchernen Inscriptionen bedeckt wird. Die Fasern bilden mit dem Haupttheil einen spitzen Winkel, da sie mehr längsgerichtet sind. Innervation regelmäßig durch die metameren Nerven bis zum Stamm 22 incl.

---

[1] Schneider, op. cit. pag. 143 beschreibt diesen Muskel als M. obliquus internus. Er sagt: »Der Obliquus internus entspringt lateral von der Oberfläche aller Brustrippen, geht schief nach hinten und unten NB. Schneider meint mit der Bezeichnung oben: dorsal, mit vorn: kopfwärts und setzt sich an den Rand des Rectus nach innen von demselben an. Seine Richtung ist dieselbe wie die des Obliquus externus, nur ist der Winkel, welchen er mit der Längsrichtung macht, spitzer.«

Saurii. Der äußere schiefe Bauchmuskel zeigt bei den einzelnen Gruppen der Saurier so mannigfache Ausbildung, dass er abtheilungsweise besprochen werden muss.

I. Schicht (Fig. 1, 8, 9, 10). Bei Cyclodus, Ophryoessa, Polychrus, Iguana, Phrynosoma und Chamaeleon entspringt dieser platte Muskel mit je einem deutlichen Zacken[1] von der Außenfläche aller Rippen der Wirbel 8 bis circa 23, bei Cyclodus 10 bis 34, bei Chamaeleon 5 bis 15. Die Ursprungslinie liegt an der Grenze des M. iliocostalis, theilweise von diesem bedeckt. Caudalwärts, entsprechend dem Kürzerwerden der Rippen, entspringen diese Zacken später nur von den ventralen Enden derselben, und schließlich kriecht ihre Ursprungssehne neben dem lateralen Rande des M. quadratus lumborum auf die seitlichen Ausbreitungen des M. iliocostalis. Das vordere Drittel des Muskels wird vom M. latissimus dorsi bedeckt. Im Übrigen ist er fast ganz subcutan; er inserirt vermittels einer kurzen Aponeurose mit schräg ventral- und caudalwärts absteigenden Fasern, nach vorn den M. pectoralis und den bei Cyclodus vorhandenen Rectus lateralis überdeckend (bei Chamaeleo dagegen vom M. pectoralis bedeckt und damit theilweise verwachsen) in der Medioventrallinie.

Von der Höhe des letzten Ursprungs an, also vom 23. Wirbel, bei Cyclodus vom 34. an, spitzt der Muskel sich zu und inserirt mit einer starken Sehne neben dem Rectus; und zwar bei Cyclodus nur am Proc. lat. pubis, näher dem Acetabulum, bei den übrigen aber mehr oder weniger mit dem Rectus verwachsen, am Proc. lat. pubis und dem Lig. pubo-ischiadicum.

Bei Hydrosaurus, Monitor, Lacerta und Cnemidophorus entspringt der Muskel ganz ähnlich und zwar von sämmtlichen das Sternum erreichenden, und auch den folgenden, kürzeren Rippen, mit immer schwächer und länger sehnig werdenden und den Wirbeln näher gerückten Zacken. So bei Monitor von Wirbel 9 bis 27,

---

[1] Stannius, op. cit. 101: »Der Muskel selbst besteht entweder aus einer Reihe einzelner, diskret bleibender Fascikel (Uromastix) oder bildet eine zusammenhängende, nur durch Inscriptiones tendineae unterbrochene Lage (Iguana, Euprepes).« Schneider, pag. 130, giebt an, dass er nur bei den Amphisbaenen, Anguis und Pseudopus, also bei den Fußlosen, in platte Bündel zerfällt. — Mivart erwähnt beim Obliquus externus von Iguana tuberculata die Inscriptionen ebenfalls: »It has five tendinous intersections«. Ich selbst fand Andeutungen davon bei Ptyodactylus.

bei Hydrosaurus von 9 bis 22. Bei Monitor waren sämmtliche Zackenursprünge von den seitlich übergreifenden Zacken des M. iliocostalis überdeckt.

Insertion: auf der Brust etwas verwachsend mit dem Seitenrande und dem Ursprunge des M. pectoralis, im Übrigen mehr oder weniger deutlich, außer bei Monitor, bis zur Linea alba verfolgbar. Caudalwärts Spaltung des Muskels in zwei sich zuspitzende Theile, deren größerer mit breiter kurzer Sehne, zusammen mit dem Rectus ventralis am Lig. pubo-ischiadicum inserirt, während mehr der dorsale mit kurzer starker Sehne sich am Vorderende des Os ilei festheftet und auch wie bei Hydrosaurus giganteus vermittels der Sehne des M. iliocostalis mit den Sacralrippen in Verbindung treten kann. Bei Monitor und Hydrosaurus wird dieser zum Ilium tretende Theil äußerlich von einer ebenfalls dort inserirenden Portion des M. rectus bedeckt.

Bei Ptyodactylus (Fig. 8 sind die Ursprungszacken (von Wirbelrippe 10—26) mit einander völlig verwachsen (cf. Anmerk. 1 auf pag. 62), doch noch bei durchfallendem Lichte erkennbar. Der ganze Muskel bildet eine ziemlich dicke Schicht und wird vorn vom Latissim. dorsi und theilweise auch vom M. pectoralis bedeckt. Er sendet keine Fasern zum Ilium. Da sein Ursprung sich so weit caudalwärts erstreckt (bis Wirbel 26), so laufen seine Fasern in der Lendengegend durchaus quer. An der lateralen Grenze des M. rectus ventralis hört er auf fleischig zu sein und nur eine sehr feine Aponeurose erstreckt sich äußerlich über den Rectus hin bis zur Medioventrallinie.

Innervation durch die metameren Nerven und zwar tritt zu jedem Zacken hinter der betreffenden Rippe herum ein Ast: da der M. obliquus externus seinen Ursprung nur selten wie bei Ptyodactylus caudalwärts bis an die ersten präsacralen Wirbel erstreckt, so sind die Nerven des Plexus cruralis nicht mehr an seiner Innervation betheiligt.

II. Schicht (Fig. 2, 3, 9, 10). Die größte Ausdehnung erreicht der M. obliquus externus bei den Lacertinen. Bei Lacerta und Cnemidophorus (nach Schneider auch bei Zonurus und Amphisbaena) erscheint nach Abtragung der oben beschriebenen Schicht des M. obliquus externus eine zweite, die mit gleicher Faserrichtung und mit gleichem nur ein wenig mehr lateral gerücktem und schwächerem Ursprunge eine kontinuirliche starke Schicht bildet. Sie inserirt kopfwärts an den Außenflächen der Sternaltheile

der Brustrippen nicht ganz die Medioventrallinie erreichend: weiter abwärts wird sie vom Rectus und der ersten Schicht bedeckt, legt sich an die laterale Grenze des Rectus ventralis und inserirt caudalwärts am Proc. lat. pubis und mit dem Rectus verwachsen, am Lig. pubo-ischiadicum. Bei Lacerta viridis ging auch noch ein deutlicher Zug zum Vorderende des Ilium. Diese Schicht ist den Lacertinen eigenthümlich und gewiss nur durch stärkere Ausbildung der der Außenfläche der Rippen aufliegenden Bauchmuskulatur entstanden.

Bei den übrigen Sauriern ist nur die folgende Schicht (Fig. 1 *obl. ext.* 2) und zwar auch nur in sehr verschiedener Ausbildung vorhanden, bei Chamaeleo z. B. gar nicht. Unmittelbar von der Außenfläche der Rippen entspringen nämlich Muskelbündel[1], die mit ähnlichem Verlaufe wie die sie bedeckende erste, resp. auch zweite Schicht des M. obliquus externus sich disto-ventralwärts zu der nächsten Rippe begeben und wie bei Monitor und Hydrosaurus auch wohl eine oder mehrere Rippen überspringen können.

Bei allen anderen noch nicht erwähnten Sauriern gehen diese Bündel in der Brustregion von Rippe zu Rippe; im Bereiche der kürzer werdenden Rippen rücken sie auf das Ende derselben herab, entspringen schließlich am Rande des Quadratus lumborum und vereinigen sich zu einer gleichmäßig zusammenhängenden Schicht. Diese heftet sich an den lateralen Rand des Rectus ventralis und tritt caudalwärts mit diesem sehnig zum Lig. pubo-ischiadicum bei Lacerta und Cnemidophorus; bei Ptyodactylus tritt sie nur zum Rectus und reicht nicht an das Becken. Bei den übrigen bildet diese Schicht eine Verstärkung des Obliquus externus in seinem

---

[1] Schneider, op. cit. 129, bezeichnet diese Bündel als Intercostales longi, oder als Serrati, nennt die durch sie eventuell gebildete zusammenhängende Schicht aber Obliquus internus! Vergl. seine Bemerkung darüber. Muskeln, die den Serrati der menschlichen Anatomie entsprechen sollen, müssen vor Allem wirklich Dorsalmuskeln sein, was mit den besprochenen Bündeln der Saurier aber nicht der Fall. Will man den Sauriern aber durchaus Serrati zusprechen, so sind es folgende als äußere Rippenheber fungirende Muskeln:

Sie entspringen bei Monitor von einer starken Fascie, die, vom Latissimus dorsi bedeckt, dem Longissimus dorsi dorsal aufliegt und zusammenhängend von den dorsalen Enden der Dornfortsätze entspringt. Die Bündel gehen fleischig an die Außenfläche des ganzen proximalen Drittels des betreffenden Rippenstückes. Die Nerven (und zwar dorsale Äste) treten zwischen dem Longissimus dorsi und dem Iliocostalis aus in die Rippenheber, die demnach zur Dorsalmuskulatur gehören.

caudalen Theile, indem sie sich von innen demselben anlegt und mit ihm am Proc. lat. pub. inserirt. Häufig bildet sie in diesem Falle die direkte, caudalwärts gehende Fortsetzung der Schicht der eigentlichen Mm. intercostales externi, die mit dem Kürzerwerden der Rippen natürlich mehr und mehr ihren Charakter als »Intercostales« verlieren und schließlich eine kontinuirliche Schicht bilden, deren Ursprungslinie folgende ist[1]: Hinterrand der letzten deutlichen Rippen und das laterale Ende der folgenden Rippenrudimente, event. eine dem lateralen Rande des M. quadratus lumborum dorsal aufliegenden, zwischen diesem und dem M. iliocostalis zu den Querfortsätzen der Wirbel durchkriechende Aponeurose.

Chelonii. Bei den Schildkröten scheinen die schiefen Bauchmuskeln nur durch den M. obliquus internus vertreten zu sein; cf. Rathke und Bojanus opp. citt.

Mm. intercostales.

Intercostaux. Cuvier. 325.
Zwischenrippenmuskeln. Meckel. § 86. pag. 156, 157.
Intercostales. Stannius.
Intercostals. Mivart. 771.
Intercostales. Buttmann. 16.
Intercostales. Schneider. 132.

Crocodilini. Die Zwischenrippenmuskeln sind bei den Krokodilen gemäß der bedeutenden Stärke der Rippen von geringer Ausbildung, wenigstens erstrecken sie sich nur von Rippe zu Rippe und sind daher, obgleich bisweilen ziemlich dick, nur sehr kurz. Sie zerfallen wie gewöhnlich in externi mit einem dem M. obliquus externus ähnlichen Verlauf, und in interni, mit entgegengesetzter Richtung. Besonders deutlich sind die interni in der Brustgegend entwickelt und gehen mit dem Schwinden der langen echten Rippen allmählich in den M. obliquus internus über, der füglich nach Stannius' Vorgang als der Bauchtheil gegenüber dem Brusttheil der Intercostales interni aufgefasst werden kann.

Saurii. Die Zwischenräume der Rippen werden durch kurze,

[1] Dass des M. obliquus externus tiefste Lage mit den Mm. intercostales interni zusammengehört, zeigen seine vordersten Ursprungszacken. Dieselben laufen nämlich bisweilen halb frei, halb verwachsen mit den folgenden Rippen über diese fort und heben sich allmählich aus der intercostalen Muskulatur heraus.

von Rippe zu Rippe gehende Muskelfasern ausgefüllt. Dieselben zeigen nahe der Wirbelsäule noch ein indifferentes Verhalten, indem sie wie zwischen den Halsrippen noch einen durchaus longitudinalen Faserverlauf haben.

Lateralwärts, ungefähr mit der lateralen Grenze des M. iliocostalis zusammenfallend, tritt eine Sonderung in einen lateralen und einen dorsalen Abschnitt ein und zwar theilt sich der laterale in zwei Schichten, in eine innere und eine äußere.

Die äußere (Intercostales externi Fig. 1, 3, 4, 7, 8) nimmt ganz allmählich eine mehr und mehr dem Verlaufe des äußeren schiefen Bauchmuskels parallele Richtung an und erstreckt sich, außer bei Monitor und Hydrosaurus, bei denen sie im Bereiche der Sternalrippen fast die Mittellinie erreichen, lateral nur bis ungefähr an den Knick, den die Vertebral- und Sternalstücke der Rippen mit einander bilden. Mit dem Kürzerwerden der Rippen gehen sie in die vorher besprochenen Schichten des M. obliquus externus über, wie sie auch schon auf den vorderen Rippen durch Wucherung als Bündel auf die Außenfläche derselben gelangen und so die Serrati SCHNEIDER's bilden können[1].

Die innere Schicht der lateralen Hälfte (Intercostales interni Fig. 1, 3, 4) beginnt weniger allmählich (bei Lacerta, Cnemidophorus, Cyclodus und Ptyodactylus sogar ziemlich schnell) die für sie charakteristische Faserrichtung anzunehmen. Bei Ptyodactylus bilden ihre Fasern mit denen der indifferenten dorsalen Masse sogar einen Winkel von 60° und zwar zieht sich diese plötzliche Scheidelinie bis an die laterale Grenze der bei Ptyodactylus vorhandenen Schicht der Mm. retrahentes costarum hin: äußerlich wird sie ungefähr durch die laterale Grenze des M. iliocostalis bestimmt. Die Fasern laufen vom Rücken und Schwanze nach dem Bauche und Kopfe zu, kreuzen sich also mit denen der Intercostales externi und erstrecken sich im Gegensatze zu letzteren bis an das disto-ventrale Ende der Vertebralstücke der Rippen, erreichen im Brustkorbe also die Mittellinie.

Caudalwärts, in Übereinstimmung mit dem Kürzerwerden und Auseinanderweichen der Ventralstücke der Rippen löst sich von jedem Knick zwischen den Ventral- und Vertebralstücken der Rippen aus der Schicht der Intercostales interni je ein schmales Muskelbündel ab (Fig. 1, 3, 5, 8, 10), welches sehr dünn von den lateralen

[1] cf. die Anmerkung auf pag. 61.

Ausläufern der Intercostales externi überdeckt, über mehrere der nächstvorderen Rippenenden hinläuft, um auf der Innenfläche des Rectus sich festzukleben, wobei diese Bündel, wie Monitor zeigt, bisweilen in der Mittellinie zu einer dünnen Lage zusammenfließen können. Nach ihrer Lage, d. h. außen von den Nervenstämmen, ferner ihrer Richtung und ihrem Ursprunge gemäß, sind sie wohl als abgetrennte, mehr oder weniger selbständig gewordene laterale Bündel der Schicht der Intercostales interni zu betrachten und stehen vielleicht mit der Bildung des M. obliquus internus in gewissem Verhältnis. Darauf scheint hinzuweisen, dass bei Monitor und Hydrosaurus, die keinen M. Obliquus internus besitzen, 10 solche Mm. scalares vorhanden sind (von den Rippen der Wirbel 10 bis 24), während sie im Gegentheil bei den, einen deutlich ausgebildeten M. obliquus internus besitzenden Sauriern, nämlich den Iguanidae (Iguana, Ophryoessa, Polychrus, Phrynosoma) fehlen.

Bei den sich überhaupt durch starke Entwicklung der Bauchmuskeln auszeichnenden Sauriern, wie Lacerta, Cnemidophorus, Cyclodus, ferner auch bei Ptyodactylus[1] sind solche Mm. scalares neben einem schwach entwickelten M. obliquus internus vorhanden; bei Cyclodus 16 Stück, deren letztes vom Ende der Rippe des 31. Wirbels entspringt.

Wie die Mm. intercostales externi mit Hilfe der von Schneider als Serrati bezeichneten Bündel einen Übergang in den M. obliquus externus sogar mit Mehrschichtigkeit desselben erkennen lassen, so führen auch die Mm. intercostales interni über zu einem innerlich von den Rippen, zwischen diesen und dem M. transversus liegenden inneren schiefen Bauchmuskel. Bei Cyclodus z. B. wird die laterale Hälfte der Ventralrippen innerlich von platten, theilweise zusammenfließenden Bündeln bedeckt, die mehr quer als die Intercostales interni (aber auch noch ventral und kopfwärts aufsteigen) verlaufen und mit einiger Mühe wieder in zwei Schichten mit sich etwas kreuzendem Verlaufe gespalten werden können. Caudalwärts kommen sie vom Rande des Quadratus lumborum und dem Vorderende des Ilium, und erreichen den Hinterrand der letzten bei

[1] Schneider, op. cit. 132, giebt an, dass diese Intercostales scalares bei folgenden Sauriern fehlen: Anolidae, Iguanidae und Ascalabotae. Ich fand aber bei mehreren Exemplaren von Ptyodactylus vier deutliche von den Ventralenden der Rippen der Wirbel 15—18 schräg aufsteigende platte Bündelchen, die sich auf der Innenfläche des ihnen äußerlich aufliegenden Rectus verloren.

Cyclodus noch ziemlich langen Rippe des 33. Wirbels. Lateral von den Rippenenden suchen sie, zwischen dem Rectus und Transversus eingebettet, mit welch letzterem sie eine gemeinsame Ursprungslinie haben, die Mittellinie des Bauches zu erreichen.

Bei Ophryoessa, Polychrus und Phrynosoma ist er als eine besonders in der Lumbalgegend ganz kontinuirliche, immer nur vom Transversus bedeckte Schicht vorhanden, deren Ursprungslinie sich sehnig vom Vorderende des Ilium und von den ersten präsacralen Wirbeln kommend und äußerlich dem Quadratus lumborum aufliegend, sich schließlich nach vorn auf die Innenfläche sämmtlicher Rippen erstreckt, wo er mit dem fleischigen Ursprunge des Transversus zusammenfällt; als dünne Aponeurose ist seine Insertion stets bis zur Mittellinie, innerlich vom Rectus ventralis, verfolgbar.

Bei Monitor und Hydrosaurus fehlte eine solche Schicht, oder war wenigstens nicht erkennbar entwickelt.

Innervation: regelmäßig durch die ventralen Stämme der metameren Nerven, incl. theilweise des vordersten zum Plexus cruralis gehörigen Stammes. Die Hauptäste laufen, innerlich vom Transversus bedeckt, innerlich von den Intercostales und dem Obliquus internus lang. In Höhe der Seitenmittellinie treten dann die metameren Äste nach außen zu den tiefen Schichten des Obliquus externus durch.

Bei den *Schildkröten* fehlen Zwischenrippenmuskeln gänzlich.

M. obliquus abdominis internus.

Petit oblique. Cuvier. 325.
M. obliquus internus. Stannius, und M. subcostalis. 105.
M. obliquus internus Buttmann. 15.
Internal oblique. Mivart. 771.
Obliquus internus abdominis. Rathke. 175.
M. obliquus abdominis. Hoffmann. Nr. 73.

Crocodilini. Der innere schiefe Bauchmuskel entspringt als platte gleichmäßige Muskelschicht erstens mit einer stark sehnigen Portion vom vorderen dorsalen Rande des Os pubis und der dort anliegenden letzten breiten verknöcherten Inscriptio tendinea des Rectus, neben dem vorderen lateralen Ursprunge des M. rectus (Theil II cf. pag. 77): zweitens mit einer dorsalen Portion und zwar kurzsehnig von der Vorderinnenfläche der Articulatio pubo-iliaca,

sowohl vom Os pubis als auch vom Os ilei: drittens vom dorsalen Vorderende letzteren Knochens. Von dort an liegt die Ursprungssehne zuerst dorsal vom lateralen Rande des Quadratus lumborum und zwar so, dass auch der M. iliocostalis äußerlich theilweise von dieser Aponeurose bedeckt wird, dann aber kriecht sie kopfwärts allmählich ventral unter den Rand des M. iliocostalis, bis sie an den Enden der kurzen Rippen entspringt. Darauf geht ihr Ursprung, mehr und mehr lateral werdend, auf die Innenflächen der nächstvorderen Rippen über. Der Muskel inserirt mit schräg aufsteigenden Fasern zum größten Theil etwas mehr median von dem lateralen Rande des ihn äußerlich deckenden Rectus ventralis.

Innervation durch die metameren Nerven bis incl. Nerv 23 und zwar verlaufen die Nervenäste innerlich vom Muskel.

Saurii. Der Obliquus abdominis internus der Saurier ist bereits bei den Mm. Intercostales abgehandelt: cf. pag. 66 und 67. (Fig. 5, 9, 10.)

Chelonii. Von der Verbindung des hinteren Plastronflügels mit dem Rückenschild zieht sich die Ursprungslinie kopf- und medianwärts bis in die Höhe des 14. oder 15. Wirbels, deren laterales Rippenende erreichend, also ungefähr an der Grenze der dorsalen Hälfte des Carapax liegend. Von dort erstreckt sich die Ursprungslinie caudalwärts median am Ilium vorbei bis lateral vom 24. Wirbel.

Der dünnfleischige Muskel mit seinen ventral- und medianwärts konvergirenden Fasern geht bald in eine Aponeurose über, die vor und neben dem Os pubis mit der des Transversus verschmelzend eine Linea alba bildet, inserirt hinten am äußeren Rande des Plastron und mit der hintersten Portion sehnig fleischig am Proc. lat. pubis, äußerlich dabei vom Rectus bedeckt.

Innervation bei Testudo durch die Spinalnerven 15—18. — Wegen seiner Verbindung mit dem Transversus ist der Muskel wohl als Obliquus internus aufzufassen, wogegen auch nach Rathke nichts eingewendet werden kann. Ein Obliquus externus wäre dann bei den Schildkröten durch die starke Entwicklung des Hautskeletes zu Grunde gegangen.

Stannius, op. cit. pag. 144, jedoch giebt einen Obliquus internus und externus an.

M. quadratus lumborum.

Carré des lombes. Cuvier. *C* u. *S.* 489. *Ch.* 488.
Viereckiger Lendenmuskel. Meckel. *C.* 156. Nr. 8. *Ch.* 130. Nr. 5.
(Runder Lendenmuskel). Meckel. *S.* 151. Nr. 10.
Quadratus lumborum. Stannius.
Psoas major. Buttmann. 28. Gorski. 10.
Quadratus lumborum. Mivart. 788.
Ohne Namen erwähnt bei Nr. 50. Wiedemann.
Adducens + abducens pelvim. Bojanus. Nr. 45 u. 46.
Quadratus lumborum. Rathke. 171.
Testo-iliacus. Hoffmann. Nr. 83.

Crocodilini. Dickfleischig entspringend von der Innenfläche der Vertebralstücke der Rippen, resp. den Proc. transv. und den Körpern selbst der letzten sechs präsacralen nebst dem ersten Sacralwirbel. Der starke Muskel verschmälert sich mit schwach caudo-ventralem Faserverlaufe und inserirt mit einem oder wie bei Alligator mit zwei einander parallelen starken Sehnenbande am Trochanter externus femoris[1].

Innervation bei Alligator durch den 19. bis 24., bei Crocodilus durch den 19.—23. Nerven, deren Stämme in der Regel ganz auf der Ventralfläche des Muskels liegen, jedoch, wie bei Alligator die Nervenstämme 19 bis 21 zeigten, dicht an der Wirbelsäule den Muskel durchbohren. Dies erklärt sich aber leicht durch Überwachsung der Nerven von Seiten des stark ausgebildeten Muskels.

Saurii. In der Lumbalgegend zwischen den letzten präsacralen Wirbeln und dem Ilium liegt, innerlich vom Peritoneum bedeckt, dorsal von den Spinalnerven, ein ziemlich starker Muskel (Fig. 4, 5, 7, 9).

Er ist mit einer starken etwas platten Sehne am Vorderende des Ilium und zwar an der den Sacralwirbeln zugekehrten Fläche desselben befestigt, kann aber auch, wie ich z. B. bei Ophryoessa

[1] Stannius, op. cit. pag. 109, giebt fälschlich für die Krokodile an: »der M. iliocostalis entsteht vom Vorderende des Os Ileum mit einer Sehne, die nicht allein sein Anfang ist, sondern auch der eines subcostalen Quadratus lumborum, der mit schräg vorwärts und einwärts gerichteten Fasern unter den Vertebralstücken der Rippen, über den ventralen Nervenstämmen verläuft«. Diese Anheftung der Sehne des Quadratus lumborum an das Ilium findet sich zwar allgemein bei den Sauriern, aber nicht bei den Krokodilen, worin meine Befunde mit denen von Gorski, Buttmann und Meckel übereinstimmen.

gefunden, sehnig fleischig am ersten Sacralwirbel selbst angeheftet sein. Von dort an erstreckt sich der Muskel mit nach der Wirbelsäule und kopfwärts divergirenden immer fleischiger werdenden Fasern auf die Ventralflächen der Proc. transversi und kurzen Rippen der nächstvorderen Wirbel. Während dieser, sein Ursprung, dorsalwärts durch die Wirbelkörper scharf begrenzt ist, kann er schwanzwärts noch vom ersten Sacralwirbel selbst Ursprungsfasern erhalten: dieselben laufen in dieser Gegend dann nahezu oder ganz quer.

Kopfwärts ist eine bestimmte Grenze anzugeben unmöglich, da der Muskel an den letzten längeren Rippen angelangt, dieselben kopfwärts weniger und weniger fleischig von innen bedeckend, ganz unmerklich in die indifferente dorsale Hälfte der Intercostales übergeht (Fig. 5, 7).

Jedenfalls bildet dieser Muskel, dessen laterale Grenze mit dem Ursprunge des M. transversus zusammenfällt, nur die caudale Fortsetzung jener indifferenten Intercostalmasse, die mit dem Kürzerwerden der hinteren Rippen zu einem einheitlichen Muskel werden muss und gezwungen wird schließlich nur von den Querfortsätzen ihren Ursprung zu nehmen. Wie er ganz auf die Innenfläche der kurzen Rippen und der Querfortsätze rückt, zeigt schon das Verhalten der indifferenten Intercostalschicht bei Iguana und Ptyodactylus, wo diese Masse nahe der Wirbelsäule schon in der Brustgegend dicker und dicker werdend, die Rippen innerlich überwuchert und nach hinten immer mehr überdeckt, so dass schließlich die regulär nur ventral von ihnen liegenden Nervenstämme theilweise umschlossen werden können. Die Lage der Rippen ist häufig mehr oder weniger deutlich noch durch Inscriptiones tendineae zu erkennen. Nach innen wird der Quadratus lumborum mit Ausnahme seines letzten Theiles von den eine zusammenhängende Schicht bildenden Mm. retrahentes costarum bedeckt. Von der Dorsalmuskulatur, z. B. dem M. iliocostalis wird er außer durch die Proc. transversi und die kurzen Rippen durch eine starke Fascie geschieden, welche sich zwischen seinem lateralen Rande und dem des Iliocostalis hindurchschiebt und am Ende der Querfortsätze anheftet: diese Fascie ist wichtig, da sie den hinteren Ursprung für den M. obliquus internus und den M. transversus bildet.

Innervation durch die metameren Nervenstämme.

Chelonii. Von der Innenfläche des hinteren Rückendrittels mit schräg caudo-ventralwärts konvergirenden Fasern, die sich mit starker Sehne an den Vorderrand des Ilium dicht neben dessen Ver-

bindung mit dem Sacrum anheftet. Je nach dem Ursprunge verlaufen die Fasern mehr oder weniger einwärts. Am geringsten ausgebildet ist der Quadratus lumborum bei Testudo, bei der er von den Rippenstücken der ersten präsacralen Wirbel (d. h. 9. Rippe, Wirbel 17) und von dem Querfortsatze des ersten Sacralwirbels als ganz dünne halbsehnige Schicht entspringt, von dem dortigen Ursprunge des M. bedeckt. Offenbar ist er bei Testudo in verkümmertem Zustande und kann kaum mehr eine Wirkung auf das Becken ausüben.

In voller Ausbildung finden wir ihn dagegen nach RATHKE »bei den Trionyx-Arten bei denen er unter der dünneren Hälfte der 5. Rippe beginnt und mit einem großen Theil seines äußeren Randes bis dicht an die Hautfalte hinreicht, welche den Rücken rings besäumt. Weit kürzer ist er bei den Gattungen Chelonia, Emys, Platemys, Terrapene, bei denen allen er nach vorn nur bis unter die 7. Rippe reicht« (cf. RATHKE, op. cit. Taf. VII Fig. 5 u. 6. — BOJANUS, Fig. 3 *b*). Über die weit lateral gerückte Lage des Quadratus lumborum bei Trionyx cf. die Anmerk. auf pag. 74.

Innervation bei Emys, durch die ventral vom Muskel verlaufenden Spinalnerven 15, 16 und 17.

M. transversus abdominis.

M. transverse. CUVIER. 325.
Querer Bauchmuskel. MECKEL. *S.* 155. Nr. 5.
Innerer Bauchmuskel. MECKEL. *Ch.* 126. No. 2.
M. transversus. STANNIUS.
M. transversus abdominis. BUTTMANN. 15.
M. transversalis. MIVART. 771. OWEN. 234.
Ohne Namen. WIEDEMANN. Nr. 50. pag. 92.
Transversus abdominis. Nr. 41. RATHKE 173.
M. transversus ventralis. SCHNEIDER.
M. transversus abdominis. HOFFMANN. Nr. 74.

Crocodilini. Der M. transversus abdominis erstreckt sich vom letzten Halswirbel bis in Höhe der Sacralwirbel und ist neben dem M. diaphragmaticus der Autoren der einzige ventral von den Nervenstämmen liegende Muskel. Er entspringt mit kurzen platten undeutlichen Zacken von der Innenfläche der proximalen Enden der Dorsalrippen und zwar erreicht die Ursprungsfascie die Wirbelkörper nicht, da die Wirbel so lange breite Querfortsätze aussenden. Caudalwärts geht der Ursprung dorsal auf den lateralen Rand des

Quadratus lumborum über, zwischen diesem und dem Iliocostalis an den Enden der Querfortsätze festgeheftet.

Insertion in der Brust zuerst fleischig, dann aponeurotisch und innerlich dem M. rectus anliegend in der Medianlinie: später tritt er zwischen den Rectus ventralis und internus, schlägt sich am Becken außen um das Os pubis und die Muskeln *a* u. *b* (cf. Fig. 7 herum und erreicht, vom M. rectus internus bedeckt, ebenfalls wieder die Mittellinie. Faserverlauf durchaus quer.

Saurii. Dieser im Gegensatze zu allen andern querverlaufende Muskel bildet neben der Schicht der Mm. retrahentes costarum mit Ausnahme der medioventralen Hälfte des Bauches, wo der Rectus internus dem Peritoneum anliegt, die innerste muskulöse Begrenzung der Leibeshöhle (Fig. 1, 4, 5, 7, 9, 10, 11). Der Muskel hat einen ausgedehnten Ursprung. Er kommt nämlich, ventral von den Nervenstämmen, mit platten aponeurotischen Zacken von sämmtlichen Rippen. Er entspringt jedoch nur von einem kleinen Theile der inneren Rippenfläche, nämlich dort, wo die ebenfalls dünnen Zacken der Retrahentes costarum inseriren, also ungefähr mit einer Linie zusammenfallend, die in Richtung der lateralen Grenze des Quadratus lumborum kopfwärts weitergezogen wird. Dort, wo letzterer Muskel sich deutlich abzutrennen beginnt, also in der vorderen Lumbalgegend, werden die Zacken des Transversus undeutlicher und zu einer Aponeurose, die dorsal dem Quadratus lumborum aufliegend, von den Enden der kurzen Rippen und später den Querfortsätzen kommt, bis sie ihren letzten Ursprung von den ersten präsacralen Wirbeln nimmt.

Chamaeleon zeigt ein abweichendes Verhalten. Der Muskel entspringt zwar auch zackig neben den aufsteigenden Retrahentes costarum aber gemäß der Kürze der letzteren sehr nahe der Wirbelsäule und erstreckt sich caudalwärts mit seiner Fascie ventral über den Quadratus lumborum.

Insertion im Bereiche der Brust, dünn aponeurotisch in der Mittellinie, weiter caudalwärts innerlich vom Rectus ventralis mit dem der anderen Seite vereinigt. In Höhe des 19. Wirbels kriecht bei Monitor die Aponeurose dann zwischen dem Rectus lateralis und internus durch und heftet sich an die seitliche Grenze des R. ventralis theilweise denselben auch äußerlich überziehend. Letzte Insertion am Proc. lat. pubis.

Innervation durch die metameren Nerven und zwar je nach der Ausdehnung des Muskels von den präbrachialen Stämmen an

bis zu den präsacralen; die Stämme laufen sämmtlich dorsal vom M. transversus, und sind nur an der Lücke zwischen den Zacken des Transversus und der Retrahentes costarum von Innen her sichtbar.

Chelonii. Eine kurze und dabei deutliche und genaue Beschreibung des Ursprunges dieses ziemlich fleischigen und querverlaufenden Muskels lässt sich bei den Schildkröten nicht geben; ich verweise desshalb auf RATHKE Taf. VII Fig. 5 u. 6 und BOJANUS Fig. 3 *b*, wo die Ursprungslinie dieses Muskels für Trionyx, Emys und Chelonia angegeben ist.

RATHKE, op. cit. 173, sagt: »Von der angegebenen Insertionslinie aus laufen bei den Schildkröten im Allgemeinen die Fasern des Muskels unter dem Rückenschilde schräg nach außen und hinten, bedecken von unten den M. quadratus lumborum und gehen in eine dünne Aponeurose über. Diese liegt ebenfalls, wie jene Fasern, dem Bauchfell dicht an, umfasst die in der hinteren Hälfte des Rumpfes gelegenen Eingeweide seitwärts und von unten, und geht zuletzt in der Mittellinie des Bauches in die Aponeurose des gleichen Muskels der anderen Seite über, indess sie nach hinten sich an das Schambein anheftet.« Der vorderste Theil der Aponeurose heftet sich aber mit der des Obliquus an den mittleren Theil des Plastron, die Mittellinie nicht ganz erreichend.

Dass der Transversus am dorsalen und nicht am lateralen Rande des Quadratus lumborum entspringt, diesen daher ventral überdeckt, will RATHKE durch die Annahme erklären, dass der Transversus der Schildkröten die Schicht der Retrahentes costarum in sich vereinigt. Eine solche von den Wirbeln selbst entspringende Schicht (cf. Saurier) ist aber bei den Schildkröten nicht vorhanden[1], vielmehr zeigt uns Chamaeleon, dessen M. transversus ebenfalls den Quadratus lumborum ventral überdeckt, dass ersterer Muskel, wenn er nicht durch einen stark entwickelten Quadratus lumborum gedrängt wird, seine ursprüngliche Lage, d. h. näher der Wirbelsäule und innerlich vom Quadratus lumborum, der ja nur eine Fortsetzung der

[1] RATHKE, op. cit. 173. Bei Trionyx sind Transversus und Quadratus lumborum sogar weit von der Wirbelsäule fort lateral gerückt. Dieses Verhalten erklärt uns RATHKE als »theils von der großen Breite abhängig, die der Rumpf in der Gattung Trionyx erlangt, theils auch mag es in einer Beziehung zu der eigenthümlichen und großen Ausbreitung stehen, die in dieser Gattung der M. retractor colli et capitis erlangt hat«. Diesen Muskel siehe RATHKE Taf. VII Fig. 5 *b*.

Intercostalschicht ist, beibehält. Der Transversus der Schildkröten zeigt demnach das ursprüngliche Verhalten.

Innervation wie die des M. obliquus.

Mm. retrahentes costarum.

M. transversus dorsalis. TIEDEMANN. Draco. pag. 15. Taf. V Fig. III *a. a.*
Mm. retrahentes costarum. STANNIUS. 103.
Transversus dorsalis = retrahentes costarum. MIVART. 772.
Transversus dorsalis. SCHNEIDER. *S.* 131. — *C.* 143. — *Ch.* 142.

Saurii. Bei sämmtlichen Sauriern liegen innerlich, ebenfalls ventral von den Nervenstämmen, neben der Wirbelsäule Muskeln, die von den Wirbelkörpern entspringen und schräg kopf- und seitwärts aufsteigend, sich mit platten Zacken an die Innenfläche der nächstvorderen Rippen heften, dicht neben dem Ursprunge des Transversus. Bei Iguana und Ophryoessa reichen sie vom 7. bis zum 17. Wirbel, erstrecken sich also nicht weit caudalwärts sondern werden dort zu einer dünnen das Vorderende des Quadratus lumborum von innen bedeckenden Aponeurose, die schwächer werdend in Höhe des 17. Wirbels allmählich aufhört erkennbar zu sein. Bei Cyclodus (Fig. 5, 10) reicht der Muskel deutlich fleischig bis zum 37. Wirbel (also nahe an das Sacrum) mit einer letzten Insertion auf der Rippe des 33. Wirbels. Bei Monitor (Fig. 7) entspringend von Wirbel 10—25, inserirend an den Rippen der Wirbel 9 bis 23.

Ziemlich breit ist der Muskel besonders bei Phrynosoma, ferner bei Ptyodactylus, Monitor, Lacerta, Ameiva, Cyclodus: schmal dagegen bei Polychrus, Ophryoessa, Iguana.

Wie diese Muskelmasse aufzufassen, zeigt ihr Verhalten bei Chamaeleon (Fig. 4). Es sind hier nämlich zwischen jeder Rippe und dem zugehörigen Wirbel je drei distincte, keine zusammenhängende Lage bildende Bündel vorhanden.

1) Sehnig fleischig vom vorderen Drittel der Seiten- und Ventralfläche jedes Wirbels mit querer oder disto-ventraler Richtung zur Hinter-Innenfläche des ersten Drittels der zugehörigen Dorsalrippe (*α*).

2) Fleischig von der vorderen Hälfte der Wirbel, theilweise innerlich von dem vorigen Bündel bedeckt zum Hinterrande der Rippe in aufsteigender schräger Richtung. Diese Bündel sind sehr kurz und liegen in der Ecke zwischen Rippe und Wirbel (*β*).

3) Von den vorigen getrennt, etwas mehr lateral, bandartig, vom hinteren Ende des Wirbels und dem Anfange der nächstfolgenden Rippe zum Hinterrande der nächstvorhergehenden, dem betreffenden Wirbel zugehörigen (γ).

Bei der geringen Ausbildung dieser drei Bündelsysteme bleiben zwischen ihnen und den Ursprungszacken des Transversus Lücken, zwischen denen die ventralen Äste der Spinalnervenstämme von innen her sichtbar sind.

M. rectus abdominis.

Ohne Namen. Cuvier. *C.* 325. — *Ch.* 489.
Gerader Bauchmuskel. Meckel. *Ch* 129. Nr. 4.
Gerader Bauchmuskel + pyramidenförmiger M. Meckel. *C.* u. *S.* 154 Nr. 2 und 156 Nr. 7.
Pyramidalis. Stannius. *C.* 113.
Retrahens pelvim. Stannius. *Ch.* 100.
Rectus abdominis. Schneider. *C.* 142/43. — *S.* 128. — *Ch.* 128.
Rectus abdominis + pyramidalis. Buttmann. 14.
Rectus abdominis + pyramidalis. Gorski. *C.* 17. — *S.* 22.
Pyramidalis. Rathke. *C.* 170.
Rectus abdominis + pyramidalis. Mivart. 770 u. 772.
Attrahens + retrahens pelvim. Wiedemann. Nr. 47 u. 48. *S.* 92.
Attrahens + retrahens pelvim. Bojanus. Nr. 43 u. 44.
Attrahens + retrahens pelvim. Owen. 239 u. 240.
Rectus abdominis. Hoffmann. Nr. 75.

Crocodilini. Der M. rectus abdominis besteht aus mehreren sehr verschiedenen Stücken (Fig. 6).

I. R. ventralis. Der Haupttheil entspringt sehnig fleischig vom Sternum und von den Ventralstücken der letzten das Sternum erreichenden Rippen und erstreckt sich mit direkt longitudinalem Faserverlaufe in gleichmäßiger Breite die Grenze des ventralen Körperdrittels erreichend, bis zum Becken. Er inserirt sehnig fleischig am Vorderrande des verbreiterten Os pubis, und mehr seitlich, mit dem M. obliquus externus verwachsen, hauptsächlich an dem dem Os pubis dicht anliegenden starken Knochen, der durch Verknöcherung aus der letzten besonders stark gewordenen Inscriptio tendinea hervorgegangen ist.

Dieses Muskelband, welches mit dem der anderen Seite unter Bildung einer Linea alba verwächst, wird durch 7 deutliche Inscriptiones tendineae den Metameren entsprechend in Myocommata getheilt. Diese Inscriptiones sind, wie ich mich durch an sehr jungen

Thieren angestellte Querschnitte auf mikroskopischem Wege überzeugt habe, nicht knorpelig angelegt, sondern die schon sehr früh auftretenden harten, aber biegsamen Leisten, die dem Muskel außen aufliegen und nur wenig in ihn eingebettet sind; sie bestehen aus reiner Knochensubstanz, ohne jegliche Spur von Knorpelzellen. Sie sind in der Mittellinie paarweise mit einander verwachsen und nehmen nach hinten (caudalwärts) an Stärke zu, so dass die vordersten Paare nur ganz dünne grätenartige Gebilde vorstellen, während das hinterste Paar sich zu ganz mächtigen platten Knochenbalken entfaltet hat. Sie bilden ferner nicht die Fortsetzung der Rippen, sondern ihre dorsalen Enden laufen, deutlich durch die ganze Dicke des Muskels davon getrennt, äußerlich über die Ventralenden der Rippen hinweg.

Jedenfalls also sind diese im Rectus liegenden Knochenleisten keine primären, sondern durchaus nebensächliche, sekundäre Gebilde und sie dürfen daher nicht als Bauchrippen bezeichnet werden. Ferner ist ihre Zusammenfassung als Bauchsternum unrichtig, da wir unter Sternum eine hinter einander folgende Serie von ventralen Rippenstücken verstehen, die in der Medio-ventrallinie sowohl in transversaler als auch in longitudinaler Richtung unter Bildung einer Längsleiste mit einander verbunden sind.

Schneider's Bemerkung, op. cit. 143: »Die Bauchrippen entstehen, wie man sich an jungen Krokodilen überzeugen kann, aus echten Knorpeln« kann ich mit meinen Untersuchungen nicht vereinbaren.

Vgl. auch Rathke's Besprechung der im Rectus vorgefundenen Verknöcherungen, er fand ebenfalls nie Knorpel bei Embryonen. Der vordere Theil des M. rectus ventralis wird äußerlich von der Aponeurose des M. obliquus externus bedeckt, schwanzwärts tritt dieselbe aber mehr und mehr seitlich zurück, und erreicht nur die laterale Grenze dieses mit Inscriptionen versehenen Rectustheiles und wird ihrerseits vom Rectus lateralis bedeckt.

II. Von dem Vorderrande des Os pubis und der letzten starken Inscription, also gewissermaßen als Fortsetzung des vorigen Theiles, beginnt eine neue fleischige Schicht, die ventral über dem Os pubis und den Beckenmuskeln $b + c$ (Fig. 7) hinlaufend, sich nach hinten verschmälert und stark sehnig etwas seitlich von der Symphyse am disto-ventralen Ende des Os ischii inserirt. Dieser Theil enthält keine Inscriptionen und ist von Schneider als 8. Seg-

ment beschrieben. Von anderen Autoren wurde er als M. pyramidalis aufgefasst.

III. R. lateralis. Ungefähr in Höhe des 20. Wirbels oder in Höhe der 5. Inscription löst sich ein fleischiges bandartiges Bündel vom Rande des Rectus und dem M. obliquus internus, dem es äußerlich aufliegt, los, schwillt ziemlich schnell an und läuft seitlich neben dem vorigen Theile liegend, über die Beckenmuskeln *c* u. *f* (Fig. 7) und den beiden queren Aftermuskeln fort und geht allmählich fleischig auf den M. ischio-coccygeus über, auf dem er sich festklebt. Er ist ebenfalls ganz inscriptionslos. Eine tiefere, schwächere Lage inserirt zusammen mit Theil II (Fig. 6 rect. III *b*).

IV. R internus. Auf der Innenfläche des R. ventralis, von demselben durch die dazwischen tretende Aponeurose des M. rectus geschieden, erscheint ein äußerlich dem »M. diaphragmaticus« aufliegender Muskel. Derselbe erstreckt sich von der Brust an bis zum Vorderrande des Os pubis, in der Mittellinie mit dem der anderen Seite zusammenstoßend, doch nicht verwachsend, bandartig mit direkten longitudinal gerichteten Fasern, in halber Breite des M. rectus ventralis. Während er bei jungen Krokodilen keine Inscriptionen erkennen ließ, zeigte er bei dem erwachsenen Alligator in seinem caudalen Theile mehrere deutliche, gezackte und nur ungefähr mit den Rippen zusammenstimmende Septa.

Innervation bei Crocodilus: Theil I durch die metameren Nerven bis incl. Stamm 22. Theil III hauptsächlich durch den Spinalnerven 22. Theil IV durch den Nerv 22 und 23 und einen Ast aus 24 + 25, der zwischen dem M. femoro-coccygeus und dem bei Hydrosaurus (Fig. 7) mit *f* bezeichneten Muskel[1] austritt.

Saurii. Der gerade Bauchmuskel besteht aus drei, bei den einzelnen Sauriergruppen jedoch nicht immer vorhandenen Theilen (Fig. 1, 2, 3, 6, 7, 9, 10, 11).

Sehr komplicirt ist sein Verhalten bei Monitor. Auf dem vorderen Ende und der Mittellinie des Sternum, wo sich der M. sternohyoideus aponeurotisch anheftet, geht diese Aponeurose caudalwärts fast unmerklich in einen erst sehr dünnen Muskel über, der seitlich bis an den Oberarm übergreifend, subcutan als eine dünne halbsehnige Schicht erscheint, deren longitudinale Fasern unter den caudalwärts vom Sternum erscheinenden Obliquus externus kriechen,

[1] Dieser Muskel entspringt bei Alligator von dem caudalen nach hinten gekehrten Rande des Os ischii und inserirt am Trochanter femoris.

zugleich aber innig mit diesem verwachsen sind. Diese ganze Rectusplatte, den M. pectoralis überdeckend, wird beharrlich caudalwärts breiter, so dass sie etwas unterhalb der Brust, in Höhe des 16. Wirbels von der Bauchmittellinie bis an die Seitenmittellinie des Körpers reicht. In Höhe des 19. Wirbels tritt eine Differenzirung der Rectusmasse ein: Von innen gesehen erscheint eine sehnige, weiße zackige Querlinie, es ist die Stelle, wo der M. pectoralis (pars media s. sternalis) sein hinteres Ende erreicht und wo der M. transversus, bis dahin dünnfleischig und genau in der Mittellinie inserirend, aponeurotisch werdend mit mehr quer als bisher gerichteten Fasern zwischen die Bauchmuskeln tritt, so dass er nun nicht mehr der innerste Muskel ist. Hierdurch wird die Rectusmasse in zwei auf einander liegende Theile geschieden: 1) in ein tieferes, nach dem Becken hin breiter werdendes, unmittelbar dem Peritoneum anliegendes ganz inscriptionsloses Band, welches sehnig am Lig. pubo-ischiadicum inserirt (Rectus internus); 2) in einen oberflächlichen Haupttheil, der den vorigen von außen deckend, von der Medioventrallinie bis zur Laterallinie des Körpers sich erstreckt und zum größten Theile von der Aponeurose des M. obliquus externus bedeckt wird. Er inserirt zweiköpfig, nämlich den distalen Theil des M. obliquus externus überdeckend, an der Spina anterior dorsalis ilii und zweitens am Proc. lat. pubis und dem Lig. pubo-ischiadicum (Rectus ventralis + R. lateralis).

Bei Cyclodus sind die drei Portionen deutlicher unterscheidbar (Fig. 3, 9, 10, 11). Die laterale stellt ein bei ausgewachsenen Exemplaren ungefähr 1,5 cm breites gleichmäßiges inscriptionsloses Band dar, welches kopfwärts dem M. pectoralis subcutan aufliegend, mit sehr dünner Aponeurose beginnt, die aber nicht wie bei Monitor bis zum M. sterno-hyoideus zu verfolgen war. Etwas weiter abwärts liegt dieses Muskelband dann zwischen dem M. obliquus externus und dem M. pectoralis. Es inserirt neben der einen Sehne des M. obliquus, denselben etwas bedeckend, am Lig. pubo-ischiadicum.

Eine mittlere, echt ventrale Portion kommt sehnig fleischig von der letzten sich mit dem Sternum verbindenden Rippe und hat der Wirbelzahl entsprechende deutliche Inscriptiones tendineae[1]. Seiner Innenfläche liegen die Aponeurose des M. obliquus internus und die

[1] Bei Monitor und Hydrosaurus sind die Inscriptionen zwar vorhanden, aber nur sehr undeutlich.

des M. transversus an. Insertion, verbunden mit dem lateralen Theile, am Lig. pubo-ischiadicum.

Eine dritte Portion (Rectus internus) liegt ebenfalls der Mittellinie an, ist ganz inscriptionslos und liegt innerlich von der Aponeurose des M. transversus; sie beginnt schmal, nach dem Becken zu anschwellend, in Höhe des 25. Wirbels und zeigt dort ebenfalls eine quere sehnige Linie. Inserirt als ziemlich starker Fleischmuskel wie die vorigen Theile am Lig. pubo-ischiadicum.

Sehr breit ist der laterale Theil bei Lacerta und Cnemidophorus. Der ventrale Theil inserirt am hinteren Ende der Ischiumsymphyse, reicht aber nicht bis auf den *T*-Fortsatz (Os cloacae). Der R. internus kommt dickfleischig vom ganzen Lig. pubo-ischiadicum, verschmälert sich nach vorn sehr schnell und endigt allmählich in Höhe des 20. Wirbels.

Bei den Monitoren und Lacertinen ist ferner der Rectus, wie auch Schneider angiebt, mit der Haut fest verwachsen, indem von ihm sehnige Fasern an die vorderen Grenzen der Schuppen treten, wobei natürlich auch die Aponeurose des Obliquus externus in Mitleidenschaft gezogen wird.

Bei Ophryoessa erscheint nach Abtragung der Haut, die bei den Iguanidae nicht mit dem Rectus verwachsen ist, zwischen der Sternalrippe des 13. und 14. Wirbels (also den letzten zum Sternum gelangenden Rippen, eine deutliche, quere sehnige Inscription; es ist die Linie, in welcher der M. pectoralis und der von den letzten Rippen entspringende Rectus zusammenstoßen, zugleich die Stelle, an welcher der M. obliquus externus unter dem M. pectoralis hervorkommt und außen auf den Rectus gelangt. Wenn sich der Rectus, wie bei Iguana und Ophryoessa nur bis an die Grenze des M. pectoralis erstreckt, und keinen subcutan über den letzteren zum M. sternohyoideus verfolgbaren Theil mehr besitzt, hat es leicht den Anschein, als ob der Rectus die Fortsetzung des M. pectoralis bildet[1].

Ein R. lateralis fehlt bei Iguana, Ophryoessa, Polychrus, Phrynosoma, Ptyodactylus und Chamaeleon. Der R. internus

[1] So sagt Mivart, op. cit., bei Besprechung des Rectus von Iguana tuberculata: »... it is inserted into the posterior margin of the last sternal rib, whence it is continued to the last sternal rib but one, where it is conterminous with the pectoralis major, which is apparently its anterior prolongation«.

Und Meckel, System. p. 154: »Immer geht er (der gerade Bauchmuskel) vorn ununterbrochen in den großen Brustmuskel über, mit dem er in der That, besonders bei Gecko, bloß ein Muskel ist«.

ist aber besonders bei Ophryoessa stark ausgebildet; er erstreckt sich als gleichmäßig breites Band vom ganzen Lig. pubo-ischiadicum bis zur letzten zum Sternum tretenden Rippe, hat also dieselbe Länge wie der Rectus ventralis und besitzt seltsamerweise eine deutliche Inscription, die mit der 4. des R. ventralis, welcher selbst sieben sehr deutliche Inscriptionen hat, in Höhe des 17. Wirbels zusammenfällt.

Bei Polychrus ist gemäß der starken Entwicklung der Ventralstücke der Rippen der Rectus ventralis als ein den verwachsenen Bauchrippen innerlich aufliegendes und zwischen denselben liegendes plattes Band vorhanden.

Ganz ähnlich ist das Verhalten bei Chamaeleon, nur ist der fleischige Theil des Rectus von auffallender Kürze, da er vom Becken nur bis an die letzte der mit der anderen Seite verbundenen Ventralrippen dem Wirbel 17 entsprechend reicht. In ihm eingebettet liegen aber zwei mit einander in der Mittellinie vereinigte rippenförmige Knochen: sie entsprechen wohl den Ventralstücken der kurzen Dorsalrippen der Wirbel 18 und 19 und haben wahrscheinlich mit letzteren ihren Zusammenhang später verloren[1].

---

[1] Polychrus. Während die in der Medianlinie mit einander verwachsenen Ventralstücke der Rippen des 14. und 15. Wirbels mit den Dorsalstücken eng zusammenhängen, ist das nächste und letzte Paar zwar ebenfalls in der Bauchlinie vereinigt und in den Rectus eingebettet, oder vielmehr demselben ventral aufliegend, aber von den kurzen Dorsalrippenstücken des 23. Wirbels sehr weit getrennt.

Schneider, op. cit. und pag. 130 meint, dass diese geschlossenen Rippen von Polychrus und Anolus denen der Chamaeleonten nicht homolog seien, sondern dass »bei Anolus und Polychrus Bauchrippen vorhanden, welche mit den Brustrippen (d. h. den großen falschen Rippen) verwachsen«, und zwar sucht er dies aus dem Verhalten der Muskeln zu beweisen. »Bei Chamaeleon .... berühren sich auch die Obliqui so wie die Transversi der rechten und linken Hälfte in der Mittellinie des Bauches. Nur so weit der Rectus reicht, also auf einer sehr kleinen Strecke, sind dieselben getrennt ....« Bei Anolus und Polychrus dagegen »bleiben sie in der Bauchlinie getrennt, die Obliqui durch die ganze Breite der Recti, die Transversi durch die Breite der Recti mediani.« (NB. Ich finde keinen R. lateralis.) Schneider konstatirt also nur, dass der Rectus bei beiden Gruppen die andern Bauchmuskeln scheidet. Bei Chamaeleon sind im vorderen Theile des Rectus die Muskelzüge verloren und auf eine sehnige zwischenrippenartige Schicht beschränkt, mithin können sich der Obliquus und Transversus nicht an seine laterale Grenze setzen, sondern erstrecken ihre aponeurotischen Fasern bis zur Mittellinie des Bauches. Mir scheinen die besprochenen Gebilde bei beiden Gruppen völlig homolog zu sein.

Der Rectus ventralis und internus zeigt also bei den Anolidae und Chaemaeleonten ein bedeutendes Zurückweichen von der Brustregion nach dem Becken hin. Dies mag wohl durch die starke Entfaltung der Ventralstücke der 10. bis 17. Wirbelrippe bedingt sein, die übrigens durch eine longitudinale sehnige Schicht, die hinten in den fleischigen Theil übergeht, verbunden werden. Aus der Vergleichung mit den übrigen Sauriern erkennen wir, dass die Ausbildung des Rectus ventralis in umgekehrtem Verhältnis steht zu der Entwicklung oder auch nur dem Vorhandensein ventraler Rippenstücke in der Bauch- und Lendenregion.

Bei den Agamidae entspringt nach Schneider der Rectus ventralis von dem Proc. recto-pectoralis und besteht aus nur drei Segmenten, deren Inscriptionen nicht mit den Rippen übereinstimmen. Dementsprechend fand ich bei Phrynosoma den Muskel in sehr breiter Ausdehnung vom ganzen Hinterrande des Proc. recto-pectoralis entspringend, und mit nur drei Inscriptionen. Der R. internus reichte ungefähr bis an die mittlere sehr deutliche Inscription, also bis an die Mitte des Bauches nach vorn.

Ptyodactylus (Fig. 8). R. ventralis fleischig vom hintersten Ende der Sternalplatte und der Außenfläche der drei letzten Sternalrippen, nirgends mit der Haut verwachsen, schmal, caudalwärts an Dicke zunehmend. R. internus inscriptionslos, bis zur drittletzten Inscription reichend. Der R. ventralis selbst hatte von außen betrachtet sieben, bei einem andern Exemplar derselben Species acht deutliche Inscriptionen; auf der Innenfläche waren dagegen im Ganzen neun zu erkennen, von denen nur die ersten 5, weniger die folgenden, gar nicht mehr die letzte mit den Rippen der Wirbel 15—22 stimmten. Der vordere Theil des R. ventralis wird bis zur 3. Inscription hinab von einer sich so weit abwärts erstreckenden Pars abdominalis M. pectoralis bedeckt, welch letztere zugleich theilweise über den M. obliquus externus hinüberläuft[1].

[1] Auch bei Cyclodus erstreckt sich eine solche Portio abdominalis M. pectoralis, seitlich neben dem R. ventralis liegend, und äußerlich vom R. lateralis und Obliquus externus bedeckt, nach hinten, aber nur ungefähr bis in Höhe des 17. Wirbels (Fig. 3). Diese Portio abdominalis wird nur bei den Ascalabotae und Scincoidea angegeben. Schneider, op. cit. pag. 130 behauptet, jener Streifen begleite den Rectus lateralis bis ans Becken; dies ist durchaus unrichtig. Ferner sagt er »er unterscheidet sich dadurch von dem Rectus lateralis, dass er keine Inscriptionen besitzt«. Der R. lateralis ist aber für gewöhnlich ebenfalls inscriptionslos. Vielleicht aber fasst Schneider unsern R. lateralis mit der Portio abdominalis des Pectoralis als einen Muskel zusam-

Innervation. Der R. lateralis wird bei Cnemidophorus und Lacerta von den metameren Nerven versorgt, deren erster aus der Achselhöhle kommt, als ein Zweig des letzten zum Plexus brachialis gehörigen Spinalnerven. Der R. ventralis ebenfalls von den metameren Nerven. — Die betreffenden Stämme treten, innen vom Transversus bedeckt, an der Ursprungsstelle der Transversuszacken zwischen den Rippen hindurch und durch die Mm. Intercostales und die zweite Schicht des Obliquus externus, laufen dann innerlich unter den Zacken des letzteren lang, innerviren diesen und treten dann, zwischen dem Obliquus externus und dem Rectus lateralis liegend am lateralen Rande des ventralis ein um ihn zu innerviren. Die Nerven des R. internus jedoch laufen auf der ganzen Außenfläche des Transversus in dessen ganzer Breite lang und durchbohren ihn erst dort wo er aponeurotisch wird und sich von außen dem R. internus auflegt. Der letzte dieser Nerven war bei Monitor der letzte präcrurale Stamm, kam also aus Spinalwurzel 27.

Der R. internus wird also von inneren, der R. ventralis und noch mehr der R. lateralis dagegen von äußeren, außerhalb der Rippen verlaufenden Ästen der metameren Nerven versorgt.

Chelonii. Als Rectus + Pyramidalis, wenigstens als unter diesem Namen bei den übrigen Reptilien beschriebenen Muskel kann man bei den Schildkröten den folgenden äußerlich vom M. obliquus und Transversus zwischen dem Becken und dem Plastron liegenden Muskel auffassen. Er zerfällt bei Testudo undeutlich in einen vorderen etwas längeren, und einen hinteren, mehr caudalwärts liegenden Theil, welche beide bei Staurotypus nach Rathke deutlich getrennt sind. Beide entspringen dickfleischig, in der Mittellinie mit denen der anderen Seite zusammenstoßend, von der Innenfläche der hinteren Mittelschilder des Plastron, nach hinten sich bis an dessen Ende erstreckend, nach vorn hin an den M. pectoralis grenzend. Insertion dickfleischig und sehnig am Proc. lat. pubis und zwar die hintere Hälfte hauptsächlich an der nach unten und hinten gerichte-

men; dann wäre sein R. lateralis ein Theil unseres ventralis und sein R. medianus unser internus. Darauf scheint seine pag. 127 gemachte Bemerkung hinzudeuten. »Der Transversus setzt sich nicht an den Rand, sondern an eine mittlere Linie des Rectus, wodurch derselbe in einen Rectus medianus und lateralis getheilt wird, welche sich vielfach verschieden verhalten.« Auch bei Monitor, Lacerta und Cnemidophorus ist ein ziemlich deutlicher, sich etwas nach abwärts erstreckender Zipfel des M. pectoralis vorhanden, er wird vom R. lateralis überdeckt, und endigt oft innig mit ihm verwachsen, schon auf den ersten falschen Rippen.

ten Seite jenes Processus; die vordere mehr an der nach vorn sehenden Fläche.

Der Muskel zieht das Becken medianwärts an und, je nachdem der eine oder der andere Theil allein wirkt, zugleich etwas kopf- oder schwanzwärts. Bei den Schildkröten mit beweglichem hinterem Plastron (wie Cinosternum) klappt der Muskel dasselbe nach hinten zu. — Ist das Plastron in der Mittellinie nicht ganz geschlossen, so verwächst der Ursprung des Muskels nach Rathke durch Vermittlung des Unterhautbindegewebes mit der Hautbedeckung. Stannius, der die eben beschriebenen Muskeln als Pyramidales aufführt, giebt außerdem noch Mm. recti an, die sehr schwach entwickelt, und eine geringe Ausdehnung nach vorn besäßen, und sagt in einer Anmerkung (op. cit. pag. 114) »man findet diese meist ganz übersehenen Muskeln deutlich, wenngleich schwach entwickelt, z. B. bei Staurotypus«.

Innervation bei Emys europaea Spinalnerv 16 u. 17, also aus dem Gebiete des Plexus cruralis.

II. Vergleichung.

Die gesammte Bauchmuskulatur der Amnioten geht aus zwei verschiedenen Systemen angehörigen Muskelmassen hervor.

Erstens aus einer seitlichen Muskelmasse, die sich fast in der ganzen Länge des Körpers von der vorderen Gliedmaße bis an das Ende des Schwanzes erstreckt und dorsal an die Rückenmuskulatur grenzt, worunter wir alle die Muskeln verstehen, die von den dorsalen Ästen der Spinalnerven innervirt werden: Seitenrumpfmuskeln.

Zweitens aus einem genetisch von den visceralen Muskeln herzuleitenden, in der Mitte des Bauches mit longitudinalen Fasern liegenden, theilweise in die seitliche Muskelmasse eingebetteten Muskelbande: System des M. rectus abdominis.

1) Die Seitenrumpfmuskeln.

Ventral geht die seitliche Muskelschicht bis an die Medioventrallinie, wo sie mit der der anderen Seite verwächst und zwar mehr oder weniger fleischig in der Schwanzregion, während am Bauche die muskulösen Elemente medianwärts weniger ausgebildet werden,

so dass schließlich die beiderseitigen Muskeln in der Mittellinie nur aponeurotisch unter Bildung einer Linea alba sich vereinigen.

Diese ganze, große Muskelmasse zerfällt, wie Salamandra zeigt, ursprünglich durch aponeurotische Fortsetzungen der kurzen Pleurapophysen in, der Wirbelanzahl entsprechende, metamere Segmente, so dass die einzelnen Abschnitte einen interseptalen Charakter erhalten: Myocommata. In diesem Zustande ist die Richtung der Muskelfasern noch indifferent, indem sie näher der Wirbelsäule nahezu longitudinal ist und erst allmählich lateralwärts einen mehr und mehr schräg von dorsal- und kopfwärts nach ventral- und schwanzwärts absteigenden Verlauf zeigt. Eine Sonderung in Schichten, etwa eine Scheidung in interni und externi mit sich kreuzender Faserrichtung ist in diesem Stadium noch nicht vorhanden.

Auf der inneren, den Eingeweiden zugekehrten Fläche laufen die Hauptäste der spinalen Nerven lang und das Ganze wird innerlich vom Peritoneum überzogen.

Mit der Ausbildung der Rippen tritt dann eine wichtige Sonderung der Seitenrumpfmuskelschicht ein. Da die Rippen äußerlich nicht so frei liegen, wie innerlich, wo sie bei den Myxinoiden, Fischen und Dipnoi nur vom Peritoneum überdeckt werden, sondern nach außen »im Fleische stecken«, so wird eine Unterscheidung in zwei, und von den Urodelen aufwärts in mindestens drei Schichten möglich. Wir stellen die zwischen den auf einander folgenden Rippen liegende Muskelmasse als intercostale den anderen gegenüber. Ferner alle muskulösen Elemente, welche auf der Außenfläche der Rippen liegen, betrachten wir als zum System des M. obliquus externus gehörig: die innerlich von den Rippen später auftretende Muskulatur zerfällt wieder in: eine äußerlich von den Nervenstämmen liegende Schicht: M. obliquus internus und eine innerste, nach innen von den Nerven liegende Masse: den M. transversus und den Komplex der Mm. retrahentes costarum.

Die zum **Obliquus externus** gehörigen Muskeln haben einen von dorsal- und kopfwärts nach ventral- und caudalwärts gerichteten Faserverlauf.

Der interseptale Charakter ist, entsprechend den immer mehr auf die Dorsaltheile der Außenfläche der Rippen beschränkten Ursprüngen dieser äußeren Schicht bei den Reptilien fast ganz verloren gegangen, und nur bei einigen, wie z. B. bei Iguana, deuten die

früher beschriebenen wenigen, und auch da nur noch undeutlichen Inscriptionen auf den ursprünglichen Zustand hin.

Der M. obliquus externus entspringt fleischig von der Außenfläche der ganzen Vertebralstücke der Rippen, später jedoch, bei stärkerer Ausbildung sondert er sich häufig, wie bei allen Sauriern, in eine tiefere, mehr lateral und ventral liegende, und in eine äußere Schicht, welche letztere mithin nur mit einzelnen Zacken von den freigebliebenen Stellen der Rippen mehr dorsalwärts entspringt. Diese Zacken werden häufig allmählich zu reinen Ursprungssehnen, können mit den Zacken des M. iliocostalis verwachsend auf der Fascia dorsalis Halt gewinnen und so auf die Dorsalfläche der Rückenmuskulatur gelangen, während sie ursprünglich mit dieser in gleicher Ebene liegen. So lässt sich auch erklären, dass SCHNEIDER op. cit. pag. 129 u. 139) den Obliquus externus »nach außen von den Rückenmuskeln« entspringen lässt. Nur sollte er dieses erst später erworbene Verhalten nicht als »entscheidende Eigenschaft« der beiden Muskelmassen hinstellen.

Ventralwärts reichen die Muskelfasern nicht bis zur Mittellinie, sondern hören, ungefähr an der lateralen Grenze des Rectus (siehe unten angelangt, auf und setzen sich als subcutane Aponeurose bis zur Linea alba fort. Die hintere Partie des Obl. ext. inserirt mit einigen sehnigen Zipfeln am Proc. lat. pubis, bisweilen auch noch am Vorderende des Ilium. Kopfwärts erreicht er auf der Brust die Mittellinie und liegt mit seltenen Ausnahmen (Ptyodactylus) subcutan; nach dem Rücken hin wird er, wenn seine vordersten Zacken sich weit genug dorsalwärts erstrecken, vom M. cucullaris und dem M. latissimus dorsi bedeckt.

Während der M. obliquus externus seine höchste Ausbildung bei den Lacertinen erhält, bei denen er in zwei oder selbst drei Lagen zerfallen kann, ist bei den Krokodilen schon die zweite Lage nur schwach entwickelt; bei den Schildkröten endlich scheint ein Obliquus externus ganz zu fehlen und das System der schiefen Bauchmuskeln gemäß dem Fehlen von Mm. intercostales nur durch einen kurzen Obliquus internus vertreten zu sein.

Die intercostalen Muskelmassen verlaufen im dorsalen Drittel des Rumpfes bei vielen Sauriern fast ganz longitudinal, parallel der Wirbelsäule, gehen aber lateralwärts eine mehr und mehr fortschreitende Differenzirung ein, die für die Auffassung der übrigen Bauchmuskeln sehr wichtig ist.

Von außen gesehen neigen die Muskelfasern sich allmählich

in die Richtung der Fasern des Obliquus externus und füllen so als **Intercostales externi** die Zwischenräume der Vertebralstücke der Rippen aus, während sie zwischen den Sternal- oder Ventralstücken fehlen.

Von innen gesehen nehmen die Fasern einen mit der nach außen liegenden Schicht sich kreuzenden Verlauf an, indem sie von dorsal- und caudalwärts nach ventral- und kopfwärts aufsteigen. Diese **Intercostales interni** erstrecken sich ventralwärts weiter als die externi, indem sie sowohl zwischen den Vertebral- als auch zwischen den Ventralstücken der Rippen sich ausdehnen und sogar bis an das ventrale Ende der Rippenstücke gehen.

Die Intercostales können nun bei den Krokodilen sehr schwach sein und durchaus nur zwischen den Rippen liegen, aber auch wie bei vielen Sauriern, besonders den Lacertinen, wohl eine Vermehrung ihrer muskulösen Elemente erfahren und auf die Rippenoberfläche hinauswuchern. Dann erhalten wir das Bild von platten Fleischbündeln, die, wie im speciellen Theile beschrieben, entweder von Rippe zu Rippe laufen, oder eine, auch wohl mehrere, überspringen können. Schließlich können diese Bündel, mit einander verwachsend, eine zusammenhängende Schicht bilden und geben uns so einen Anhalt, wie wir uns die Entstehung der tiefsten Schicht des M. obliquus externus denken können, denn dem Obliquus externus muss diese Schicht dann zugezählt werden, da sie ja den Rippen außen aufliegt und von der Außenfläche der Rippen mit der charakteristischen Faserrichtung entspringt.

Solche **Intercostales longi** können nun auch auf der Innenfläche der Rippen sich ausbreiten; sie würden dann den Infracostales der menschlichen Anatomie zu vergleichen sein. Sie bilden ebenfalls platte Bündel, die, wie besonders deutlich Cyclodus zeigt, unter aufsteigender Richtung eine oder mehrere Rippen überspringen, sich in dünne auf einander liegende Schichten sogar mit etwas verschiedenem Verlaufe sondern und schließlich eine zusammenhängende Lage bilden, die nothwendig als ein **M. obliquus internus** aufzufassen ist.

Am wenigsten ist ein solcher bei den Monitoren entwickelt. Er entspringt allgemein mit platten breiten Zacken von der Innenfläche der Rippen ungefähr in der Gegend der lateralen Grenze des dorsalen Körperdrittels: caudalwärts erstreckt sich mit dem Kürzerwerden der Rippen der Ursprung am lateralen Rande des M. quadratus lumborum entlang, indem die Ursprungsfascie zwischen dem letzteren einerseits und dem M. iliocostalis und Obliquus externus

anderseits liegend, schließlich mit der Fascia lumbalis in Verbindung tritt und ihren letzten Halt am Vorderende des Ilium gewinnt. Insertion aponeurotisch in der Mittellinie der Brust und des Bauches, aber im Gegensatze zum Obliquus externus auf der Innenfläche des M. rectus ventralis.

Mit dem Rudimentärwerden, der Verkürzung der Rippen, gehen wichtige Veränderungen bei den besprochenen Muskelschichten in der Lumbalregion vor. Die Ventralstücke der Rippen werden caudalwärts immer mehr auf nur kleine zarte Knorpelstückchen beschränkt, die sich nach dem Ende hin oft in weiche fadenförmige Körper verdünnen. Die ursprünglich auch zwischen ihnen ausgebreiteten Intercostales interni (die externi reichen nicht so weit ventralwärts) verlieren so ihren Halt und Charakter und obliteriren ebenfalls (Agamidae, Iguanidae) oder sie trennen sich in einzelne bandförmige Bündel, die von dem Knick zwischen den Ventral- und Vertebralstücken der Rippen entspringen, und schräg nach vorn der Mittellinie zustreben, um sich an der Innenfläche des Rectus ventralis nahe dessen lateralem Rande festzukleben (Monitor, Lacertinae, Scincoidea und Ascalabotae) und nach Schneider Ptychopleurae. Wir nennen diese Muskelzüge nach Schneider's Vorgang **Intercostales scalares**. Bei den Krokodilen, Anolidae und Chamaeleonten fallen diese Bildungen mit der fehlenden Ursache fort, da die Rippen keine Verkürzung erlitten haben. Bei den Schildkröten endlich fehlen Intercostales scalares selbstverständlich.

Dies sind die Veränderungen der zum System des M. obliquus internus gehörigen Muskelmasse in der Brustregion. In der Lendenregion, wo die Ventralstücke der Rippen meistens ganz verschwunden sind, verkürzen sich die Vertebralstücke mehr und mehr, und ziehen sich gewissermaßen aus der zwischen ihnen befindlichen Muskulatur zurück, so dass diese schließlich ihren intercostalen Charakter verliert und indem sich ihre äußere Portion an die zweite, resp. dritte Schicht des Obliquus externus heftet, ihre innere aber in die Schicht des Obliquus internus übergeht, zwischen den letzten Rippen und dem hinteren Ende der Medioventrallinie bis zum Becken reichende nicht mehr durch Rippen unterbrochene zusammenhängende Lagen bildet, nämlich die caudale, hinterste Portion des Obliquus internus und externus.

Wie Schneider dazu kommt, die zweite Schicht des Obliquus externus, die deutlich doch nichts weiter ist, als die Fortsetzung der Intercostales externi in der lateralen Lendenregion, als Obliquus internus aufzufassen, ist unverständlich, zumal da eine allen an einen

Obliquus internus zu stellenden Anforderungen entsprechende Schicht bei den meisten Sauriern deutlich vorhanden ist. Allerdings hat Schneider über diesen Muskel seine besonderen Anschauungen, wie aus seiner Besprechung der Muskeln bei den Anuren hervorgeht[1].

Endlich betrachten wir die dem Stamm zunächst liegende Portion der Intercostales. Wir sahen, dass dieselbe einen nahezu longitudinalen Verlauf hatte und in der vorderen Hälfte des Körpers den Charakter echter Zwischenrippenmuskeln bewahrte. Weiter caudalwärts jedoch findet auf der Innenfläche (nicht nach der Außenfläche hin) eine Wucherung statt, die so weit gehen kann, dass die muskulösen Elemente nicht allein die Rippen von innen als eine kontinuirliche Lage bedecken, sondern sogar die regulär innerlich, d. h. ventral von ihnen verlaufenden Nervenstämme in sich einbetten und umschließen können. Indem nun die Vertebralstücke der Rippen eine Verkürzung erleiden, verliert die Muskellage ihren intercostalen Charakter, der nur theilweise noch durch aponeurotische Septa angedeutet bleibt, und wird zu einem einheitlichen Muskel (Quadratus lumborum), der in Ermangelung der aus ihm förmlich zurückgezogenen Rippen von der Innenfläche der Proc. transversi, und wie gewöhnlich außerdem von den Wirbelkörpern selbst, fleischig entspringt. Caudalwärts wird ihm durch das Becken eine Grenze gesetzt und demgemäß kann er seine letzten Ursprünge bisweilen bis auf die Sacralwirbel ausdehnen. Er inserirt mit starker Sehne gewöhnlich am Vorderende des dorsalen Iliumkammes: wie er dorthin gelangt, da er als ursprünglicher Intercostalmuskel an einem den Rippen oder später den Proc. transversis homologen Skelettheile inseriren sollte, zeigt sein Verhalten bei Chamaeleon, wo er wirklich dicht neben dem lateralen Ende des Querfortsatzes des ersten Sacralwirbels am Ilium sich festheftet. — Dass eine Distalwanderung seiner Insertion angenommen werden muss, zeigen auch die Krokodile, bei denen er am Trochanter externus femoris inserirt. Bei den Krokodilen ist er überhaupt zu einem selbständigen Muskel geworden, da er kopfwärts nur sechs Wirbel weit vom Sacrum her sich erstreckt und von der Intercostalschicht noch durch den M. transversus getrennt zu sein scheint. In Wirklichkeit hängt

[1] Schneider, op. cit. pag. 140: »Der Obliquus externus und internus sind, wie man schon längst vermuthet, sehr verschiedene Dinge. Der Internus scheint mir am besten zu den Rückenmuskeln gerechnet und als Fortsetzung der Serrati betrachtet werden zu können, wie wir schon bei den Sauriern gesehen.«

er jedoch mit den Intercostales zusammen, wie das weiter unten besprochene Verhalten des Ursprungs des Transversus zeigt.

Bei den Schildkröten endlich liegt der Quadratus lumborum gemäß den ganz verschwundenen Intercostales völlig isolirt und ist bei einigen, wie z. B. Testudo, selbst in starker Rückbildung begriffen.

Die Funktion dieses Muskels ist bei seinem verschiedenen Verhalten eine sehr wechselnde. Bei den Sauriern wird er offenbar, da das Ilium als Punctum fixum anzunehmen, Seitwärtsbeuger des Rumpfes in der Lendengegend sein; bei den Krokodilen dient er als Roller und Heber des Oberschenkels und bei den Schildkröten wird er, da bei diesen natürlich der Carapax das Punctum fixum ist, das Becken beim Ilium angreifend, letzteres etwas nach vorn ziehen; wenn dagegen Becken und Plastron unbeweglich mit einander verbunden sind, so ist seine Funktion nicht wohl erkennbar.

Wir lassen dem eben beschriebenen Muskel seinen alten Namen »Quadratus lumborum«, da der Quadratus lumborum der menschlichen Anatomie jedenfalls in dem besprochenen Sauriermuskel enthalten ist. Eine Bezeichnung nach der Funktion wäre gerade hier unmöglich. Nach Ursprung, Lage und Insertion könnte er Iliocostalis internus genannt werden, doch könnte dies zu Missverständnissen führen, da der M. iliocostalis (dann externus zu nennen) ein dorsaler echter Rückenmuskel ist, also einem ganz anderen Gebiete zugehört.

Während sämmtliche bisher besprochene Muskeln nach außen von den ventralen Nervenstämmen liegen, findet sich von den Urodelen an aufwärts noch eine ventral von den Nerven liegende innerste Schicht, die wieder in einen Rücken- und einen Bauchseitentheil zerfällt.

Der Rückentheil liegt der Wirbelsäule an und hat schräg nach vorn und auswärts steigende Fasern, die bei Chamaeleon drei deutliche Systeme von einzelnen Rippenzurückziehern bilden, bei den Sauriern jedoch sich weiter lateral erstrecken und bei derselben Funktion eine kontinuirliche Schicht bilden. Wir nennen sie **Retrahentes costarum**; SCHNEIDER bezeichnet sie als M. transversus dorsalis.

Neben der Insertion dieser dorsalen inneren Portion entspringt mit aponeurotischen Zacken von den einzelnen Rippen (d. h. in der Gegend wo der Übergang der Intercostales in externi und interni vor sich geht, mithin zusammenfallend mit dem Ursprunge des Obliquus internus, da dieser natürlich erst lateral und nach außen vom Trans-

versus auftreten kann) ein kontinuirliches dünnes Muskelblatt, welches mit durchaus querem Faserverlauf aponeurotisch in der Medioventrallinie inserirt. Es ist der M. transversus abdominis.

Dass diese beiden Muskeln von der Seitenrumpfmuskulatur abzuleiten sind, kann wohl kaum bestritten werden, nur wie sie davon abzuleiten macht Schwierigkeiten[1].

Bei den Retrahentes costarum lässt sich wohl denken, dass sie aus der Intercostalmasse heraus auf die Innenfläche der Wirbelkörper ihren Ursprung verlegten und so nach Gewinnung eines festen Punktes auf die Rippen als Zurückzieher einwirken können. Dass sie und der M. transversus ihre ventrale Lage erst später erworben haben ist anzunehmen, weil bei den niederen Vertebraten Myxinoiden, Fische, Dipnoi), welche noch keinen M. transversus besitzen, die Nervenstämme ventral, vom Peritoneum bedeckt, verlaufen. — Die Retrahentes costarum zeigen übrigens caudalwärts

[1] Stannius, op. cit. pag. 103, fasst die Mm. retrahentes costarum mit den weiter vorwärts am Halse liegenden Mm. recti capitis und longi colli als hypaxonische zusammen. Schneider, op. cit. pag. 109, unterscheidet die Retrahentes und den Transversus als Transversus dorsalis und ventralis und rechnet sie zu den Visceralmuskeln, zusammen mit den Muskeln des Darmes, der Kiemen und der Kiefer. »Die Parietalmuskeln (hierher gehören alle übrigen Stamm- oder Leibesmuskeln) entstehen aus den Rückenplatten, die Visceralmuskeln an der Außenfläche des Darmblattes und an der Außenfläche des Peritonealsackes .... Die Visceralmuskeln können glatt oder quergestreift sein.«

Abgesehen davon, dass alle vom Darmfaserblatt herleitbaren Muskeln nur glatte Muskelfasern enthalten und ferner nur vom sympathischen Nervensystem versorgt werden, der in Rede stehende Transversus und M. »diaphragmaticus« aber von den ventralen Stämmen der Spinalnerven wie die übrigen Bauchmuskeln, so ist obige Eintheilung eine ganz willkürliche. Schneider rechnet den M. geniohyoideus und mylohyoideus als Kiefermuskel selbstverständlich zu den visceralen (cf. pag. 127 und 137); auf pag. 107, bei Besprechung der Fische: »der Geniohyoideus schien mir desshalb bei den Fischen der einzige Repräsentant des Rectus zu sein«. Auf pag. 123 »ein parietaler Muskel und zwar eine Fortsetzung des Rectus ist der Sternohyoideus und Sternobranchialis, welcher weiter unten bei den visceralen Muskeln beschrieben werden soll«. Späterhin wird der Rectus immer als parietaler Muskel aufgeführt. Der M. rectus gehört vielmehr dem System der visceralen Muskeln an, wie wir weiter unten nachweisen werden. Keinenfalls kann aber der Transversus als visceraler Muskel angesprochen werden, wenigstens nicht wenn wir unter visceralen Muskeln die zum Visceralskelet, d. h. »die zur Bewegung der Kieferbogen und der aus ihnen hervorgegangenen Theile dienenden Muskeln« (Gegenbaur) verstehen.

Wir leiten den Transversus nebst dem von denselben Nerven versorgten zwerchfellähnlichen Muskel der Krokodile von der Seitenrumpfmuskulatur ab, von der außer dem Obliquus internus noch eine innerste Schicht sich losgelöst und einen queren Faserverlauf angenommen hat.

Neigung zur Rückbildung: während sie nämlich in der Brustregion wohl ausgebildet sind (am Halse entspricht ihnen vielleicht der M. longus colli), werden sie nach hinten immer schwächer und sind endlich nur noch als dünne kaum sehnige Züge erkennbar. Mit dem Verschwinden der Rippen würden sie so wie so nutzlos werden.

Eine andere Ursache ihrer Rückbildung liegt im Quadratus lumborum. Indem dieser Muskel sich innerlich allmählich von den Rippen abhebt und selbst auf die Wirbelkörper seinen Ursprung ausdehnt, verdünnt er zuerst die Schicht der Retrahentes, indem er sie mehr und mehr von den Rippen abdrängt, bis sie obliterirt und dann auf ihre Kosten der Quadratus lumborum alleiniger Inhaber jener Region geworden ist[1].

Ähnlich verhält es sich mit dem M. transversus. Leider ließ sich bei den Sauriern nicht mit Sicherheit feststellen, ob die den ganzen Muskel innen überziehende Fascie, obgleich sehr dünn, medianwärts sich bis an die Wirbelsäule erstreckte oder nur bis an die laterale Grenze der Retrahentes costarum. Nur bei Chamaeleon waren die Ursprungszacken der Transversus gemäß der Kürze der Retrahentes costarum bis fast an die Wirbelkörper zu verfolgen. Der Muskel selbst bedeckte daher, wenn auch nur sehr dünn, den M. Quadratus lumborum innerlich. Bei den Krokodilen, die nur in der vorderen Brustgegend eine Schicht der Retrahentes costarum besitzen, ist von den fleischigen, mehr zackigen Ursprüngen des Transversus eine Fascie bis an die Wirbelkörper verfolgbar. In Höhe des 6. oder 7. letzten Präsacralwirbels geht die kurze starke Ursprungsaponeurose am vorderen und dann am lateralen Rande des Quadratus lumborum entlang, und schiebt sich zwischen letzteren und den M. iliocostalis bis an die Enden der Proc. transversi.

Weniger auffallend erscheint dies bei den meisten Sauriern, da bei ihnen der Quadratus lumborum besonders an seinem Vorderende kein so scharf begrenzter Muskel ist.

Dieses eigenthümliche Verhalten, dass nämlich der Quadratus lumborum als ursprüngliche intercostale Schicht zur innersten wird, der Transversus aber in der Lendengegend schließlich durch seinen

[1] Vielleicht, doch möge dies nur als beiläufiger Gedanke erwähnt sein, entsprechen die »Retrahentes costarum« zusammengenommen in der Vorderhälfte des Rumpfes dem Quadratus lumborum in der hinteren, so zwar, dass erstere gewissermaßen die interni der dorso-medialen Intercostalmasse, der Quadratus lumborum die externi repräsentiren würde; die ersteren kopfwärts und aufsteigend, der andere caudalwärts und absteigend sich erstreckend.

Ursprung seine durchaus innere Lage aufgiebt, lässt sich durch den Quadratus lumborum erklären:

1. Stadium. (Ähnlich wie jetzt Chamaeleon zeigt.) Der M. transversus entspringt mit seiner Fascie an den Wirbelkörpern selbst und läuft ventral über den noch intercostalen Charakter besitzenden Quadratus lumborum fort.

2. Stadium. Ursprung mit fleischigen platten Zacken bis an den lateralen Rand der Retrahentes costarum gewandert, in dieser Richtung sich gerade caudalwärts erstreckend. Durch Wucherung der indifferenten Intercostales und Bildung eines Quadratus lumborum wird der mediane Theil des Transversus von den Rippen abgedrängt und obliterirt, während er dafür lateral neue Anheftungs-, d. h. Ursprungsstellen sucht. Der Transversus entspringt dann lateral neben dem Quadratus lumborum von der Innenfläche der Rippen (Saurii).

3. Stadium. Verkürzung der Rippen bis zum völligen Verschwinden derselben und zugleich Hineinziehung der auf die Rippen angewiesenen Ursprungspartie des Transversus zwischen den Quadratus lumborum und den Iliocostalis. Hierdurch erhält der Quadratus eine scharfe laterale Begrenzung, während nach vorn hin seine Muskelfasern wuchern und innerlich auf die Innenfläche des Transversus kriechen können. So ist er dann ganz selbständig und zum innersten Muskel in der Lumbalregion geworden (Crocodilini).

2) Die geraden Bauchmuskeln.

Der Komplex des M. rectus abdominis besteht aus drei aus einander zu haltenden Theilen. Diese sind:

1 a) Der als **Rectus ventralis** bezeichnete, vom Hinterrande des Sternum und der letzten Sternalrippe zum Os pubis sich erstreckend, mit deutlichen Inscriptionen, in der Linea alba mit dem der andern Seite zusammenstoßend. Äußerlich von der Aponeurose des Obliquus externus, innerlich von der des Obliquus internus überzogen.

Ein diesem Muskel entsprechender findet sich bei den Urodelen ebenfalls und seine Fortsetzung über das Sternum hin nach vorn ist als M. thoracico-hyoideus (Sternohyoideus + Omohyoideus) von Hoffmann, Bronn's Amphibien pag. 101 beschrieben worden. Unsern Rectus ventralis nennt jener pubo-hyoideus.

1 b) Als eine caudale Fortsetzung des Rectus ventralis fasse ich mit Schneider den von manchen Autoren bei Crocodilus als M. pyramidalis bezeichneten Muskel auf; er stellt wirklich nur ein durch

das Dazwischentreten der Ossa pubis vom Rectusbande abgetrenntes Stück dar. Bei den Sauriern bilden beide Theile eine fleischige kontinuirliche Masse, da der Rectus ventralis häufig, wie besonders bei den Lacertinen an dem ganzen, den Krokodilen fehlenden, Lig. pubo-ischiadicum inserirt.

2) Zum System des Rectus ventralis wollen wir ferner den als Rectus internus beschriebenen vom Lig. pubo-ischiadicum und dem Proc. lat. pubis sich auf der Innenfläche des Rectus ventralis mehr oder weniger weit nach vorn erstreckenden Muskelzug rechnen. Er wird innerlich gewöhnlich nur vom Peritoneum bedeckt, und nur bei den Krokodilen liegt er zwischen dem bei diesen Reptilien vorhandenen sogenannten M. diaphragmaticus und dem M. transversus.

Für die eigenthümliche Lagerung und Entstehung des Rectus internus ist vielleicht folgende Erklärung annehmbar. Der M. transversus und das Peritoneum gehen mit ihrer caudalsten Portion von den ersten präsacralen Wirbeln kommend quer bis zum Proc. lat. pubis und machen schon dort theilweise Halt: eine Fortsetzung der dann nur muskellosen dünnen Schicht schlägt sich darauf ventral um die Ossa pubis (also den Beckenmuskeln *a* und *b* [cf. Fig. 7] aufliegend) herum und inserirt ventral von der Symphysis ossium pubis nicht etwa an derselben, sondern in der Mittellinie am medialen Theile des Rectus. Durch dieses Verhalten des Transversus bleibt zwischen dem Proc. lat. pubis und der Symphysis ossium pubis eine nach der Oberfläche hin von dem am Lig. pubo-ischiadicum inserirenden Rectustheile, nach der Tiefe von den Mm. *a* und *b* (Fig. 7) abgegrenzte Lücke, durch welche man nach Abnahme der Haut mit einem Sondenblatte bis an das Peritoneum, also in die Bauchhöhle vordringen kann. Diese Lücke wird nun von den gerade am Lig. pubo-ischiadicum und am Proc. lat. pubis dickfleischig inserirenden Rectusfasern benutzt, um ihren neu gebildeten Muskelelementen neue Ansatzflächen zu gewähren, und so gelangen die Fasern auf die Innenfläche des Rectus ventralis und des Transversus. Einmal dort angelangt, kann der nun zu einem neuen gewordene Muskel seinen Ursprung weiter und weiter nach vorn erstrecken, bis er wie bei Ophryoessa und den Krokodilen bis an die Brustrippen reicht[1].

[1] Dies ist ein wenigstens vorläufig nicht ganz zu verwerfender Erklärungsversuch für die Lage und Entstehung jenes sonderbaren inneren Muskels, zumal da sonst nicht recht einzusehen, wie eine event. Abtrennung vom R. ventralis durch die Aponeurose des Transversus so vollständig hätte zu Stande

Dass dieser Rectus internus jünger als der R. ventralis ist, scheint auch daraus entnommen werden zu können, dass er für gewöhnlich ganz ohne Inscriptionen ist; wenn diese aber vorhanden, so sind sie wohl später erworbene Fortsetzungen der Inscriptionen des ihm aufliegenden Rectus ventralis. So erscheint bei jungen Alligatoren und Krokodilen der R. internus ganz glatt, ohne eine sichtbare Spur von metamerer Theilung, während bei älteren Exemplaren in seinem hinteren Ende mehrere mit der Lage der Inscriptiones tendineae des R. ventralis ungefähr zusammenfallende dünne, gezackte aber nie verknöcherte Septa vorkommen.

Die vordere Grenze des Rectus internus bildet, wenn er nicht bis an das Sternum geht, eine häufig zackige jedoch immer scharf abgesetzte Querlinie, und da an dieser Stelle bei Monitor, Hydrosaurus, Iguana u. A. die Aponeurosen der Obliqui mit der des Transversus zusammentreffen, so erhält die Querlinie meistens einen sehnigen Charakter und zeigt eine große Ähnlichkeit mit der Plica semilunaris Douglasii mancher Säugethiere, welche Ähnlichkeit noch dadurch verstärkt wird, dass die bis dahin (vom Kopfe her gerechnet innerlich gelegene Aponeurose des Transversus ja selbstverständlich von dieser Stelle an auf die Außenfläche des Rectus internus zu liegen kommt, und außerdem bisweilen eine dünne Bindegewebsschicht auf die Innenfläche des Vorderendes des R. internus hinüberschickt (vielleicht nachträglich von der Brust her hinaufgewuchert [1].

Während die Aponeurose des Transversus fast immer bis an die Medioventrallinie zu verfolgen ist, liegt ihre Hauptinsertion doch häufig näher dem lateralen Rande des Rectus ventralis wie die Insertion des Obliquus internus. Dies erklärt sich vielleicht so, dass der sich stärker entwickelnde Rectus die ihm innerlich auflagernde Aponeurose immer mehr ausdehnte und zum Obliteriren brachte, so dass sie sich schließlich mit ihrer Insertion auf die lateralen Ränder beschränkt sah, als die einzigen Stellen, wo sie mit dem

---

kommen können. — Wir nennen den Muskel nicht Pyramidalis, weil der M. pyramidalis der menschlichen Anatomie zwar wahrscheinlich in ganz ähnlicher Weise vom Rectus abdominis abzuleiten ist, aber auf der Außenfläche des letzteren liegt. Höchstens sind der R. internus und der M. pyramidalis einander analog.

[1] Ist diese Querlinie des Reptilien-Rectus der Plica semilunaris Douglasii wirklich homolog, so muss der Rectus des Menschen erstens den R. ventralis und zweitens den R. internus zu einem Muskel, dem R. abdominis hominis, vereinigt enthalten. Hierauf bezügliche Untersuchungen fehlen aber noch.

auf ihre Kosten sich vergrößernden Rectus nicht mehr in Konflikt gerieht; vom Rande aus konnte sie dann auf die Außenfläche des Rectus ventralis übergreifen, bis sie wieder zur Medianlinie gelangte. Wird das ursprüngliche innere Blatt bei diesem Vorgange nicht ganz resorbirt, so sind dann zwei, ein inneres und ein äußeres, jüngeres Blatt der Transversalaponeurose vorhanden.

3) Der bei vielen Sauriern gefundene **Rectus lateralis**, mehr oder weniger vom R. ventralis getrennt, meistens ganz inscriptionslos, mit ebenfalls longitudinalem Verlauf, liegt meistens nach innen vom Obliquus externus und nach außen vom M. pectoralis. Kopfwärts wie der R. ventralis als Fortsetzung eines zum Zungenkiefergerüst gehörigen Muskels verfolgbar. Bei Salamandra ist es der von Owen, op. cit. pag. 216, pubo-hyoideus genannte Muskel[1]. Wie

[1] Schneider, op. cit. pag. 125 und 126, beschreibt diesen Theil wohl als Hyo-pubicus; er leitet denselben aber (pag. 125, 2. Absatz) von den Seitenrumpfmuskeln ab. »Bei Salamandra tritt mit der Metamorphose eine bedeutende Veränderung des ventralen Randes der Intercostales ein«. Es trennt sich ein schmaler Streifen, welcher vom Becken bis zum Vorderende reicht, davon ab, indem er sich mit fester Bindegewebshülle umgiebt und vollkommen frei in einem Lymphraum liegt. Man kann ihn als Intercostalis longus oder als Hyopubicus bezeichnen.

Wiedersheim (Anatomie der Gymnophionen) nennt den ganzen Rectuskomplex Pubothoracicus, seine vordere Fortsetzung bilden dann der M. thoracicohyoideus und M. geniohyoideus. Der vordere Theil des Pubothoracicus zerfällt noch in eine seitliche und eine mittlere oder untere ventral gelegene Partie; letztere ist innig mit dem M. obliquus internus verwachsen. Wiedersheim sagt ferner, der Mylohyoideus »bildet, wie man nach Entfernung der seitlichen Portion des Pubo-thoracicus erkennt, weiter nach hinten vom Kiemenskelet eine einzige Masse mit dem letzteren oder könnte auch eben so gut als das letzte Vorderende des Obliquus abdominis internus aufgefasst werden, da letzterer eigentlich nur eine tiefere Schicht des Pubo-thoracicus darstellt und beide Muskeln so eng in einander verfilzt sind, dass sie von dem Punkt ihrer Metamerenbildung an nur künstlich von einander getrennt werden können. An dem Punkte ÷ auf Fig. 78 liegt eine Incriptio tendinea und zugleich hängen sich auch die Muskelfasern am Hyoidbogen auf, um jedoch gleich wieder als Maxillohyoideus (ganz wie bei Urodelen) zu entspringen«. Nach obiger Beschreibung und der auf Taf. VII Fig. 72 von Wiedersheim gegebenen sehr deutlichen Abbildung ist dies möglicherweise gar kein M. obliquus internus, sondern vielleicht eher die bei den Sauriern als R. lateralis bezeichnete Portion. Sie würde mithin genetisch dem visceralen Muskelsystem zuzutheilen sein. Schneider rechnet sie ebenfalls zu dem dann sich weit dorsalwärts ausdehnenden Rectus (cf. op. cit. pag. 133 und Taf. XIII Fig. 15).

Es wäre nun nachzuweisen, wo denn der eigentliche Obliquus internus liegt. Vielleicht ist er in einem der von Wiedersheim auf pag. 72 beschriebenen Muskeln enthalten.

im speciellen Theile beschrieben, wird diese laterale Portion des Rectus durch andere Nervenäste, wenngleich aus denselben Hauptstämmen, als die Portio ventralis innervirt. Die oft innige Verwachsung mit dem M. pectoralis ist eine nachträgliche Veränderung, und darf der Muskel nicht mit der Portio abdominalis m. pectoralis verwechselt werden! Diese P. abdominalis des Brustmuskels erreicht ihre größte Ausbildung bei den Anuren und kann leicht zu Verwechslung verleiten.

Bei allen Elasmobranchiern, Ganoiden und Teleostiern, unter den letzteren wenigstens immer bei Embryonen, ist ein longitudinal gefasertes Muskelband vorhanden, welches vom »Vorderende des Beckenknorpels bis zum Zungenbein reicht«. Seine Inscriptionen sind die Fortsetzungen der Ligamente des Rückenmuskels. »Beim Stör geht er unter dem Schultergürtel weg« (SCHNEIDER). Bei den Teleostiern aber macht das Muskelband auf dem dazwischentretenden Schultergürtel Station und zerfällt demnach in zwei auf einander folgende Theile, deren vorderer der »Sternohyoideus« ist.

Unzweifelhaft ist dieses Muskelband als dem Rectus der höheren Vertebraten homolog aufzufassen.

Wir werden die bei den Sauriern als Rectus bezeichneten Muskeln als ihrer Herkunft nach mit den Kiefer-Zungenmuskeln im innigsten Zusammenhang stehende zu betrachten haben, dass sie also mit andern Worten die nach dem After zu sich erstreckende Fortsetzung ventraler Zungen- und Kieferbogenmuskeln bilden. Da nun Vorder- und Hinterextremität den Kiemenbogen homodynam und eine Wanderung des Beckens nebst seiner Gliedmaße nach hinten stattgefunden hat (cf. M. VON DAVIDOFF, Beiträge zur vergl. Anatomie der hinteren Gliedmaße der Fische, dieses Jahrbuch V, pag. 450—515) so erklärt sich auch, wesshalb der Rectus sich

---

STANNIUS, op. cit. pag. 98, erwähnt ihn ausdrücklich bei den Gymnophionen mit seinem charakteristischen Ursprunge und Verlaufe. »Ein innerer Bauchmuskel (M. obliquus internus) beginnt an der äußeren Grenze der dorsalen Hälfte der ventralen Muskelmasse, bildet hinten eine zusammenhängende Schicht schräg vorwärts gerichteter Fleischbündel und besteht vorn aus diskreten, von den Spitzen der Rippen ausgehenden Muskeln.« Nothwendig ist das Vorhandensein des Obliquus internus allerdings nicht, denn einerseits besitzen sogar unter den Sauriern die Monitoren nur schwache Reste eines solchen Muskels, anderseits zeigt das Verhalten des Obliquus externus bei den Gymnophionen eine sehr starke Ausbildung des Rectus auf Kosten der parietalen Rumpfmuskulatur, und findet dies vielleicht in der starken Rückbildung der Rippen seine Erklärung.

in der ganzen Längenausdehnung der Leibeshöhle nach hinten erstrecken kann. Er wanderte zugleich mit dem Beckengürtel zwischen den Schichten des M. obliquus externus und internus liegend, also in derselben Ebene wie die Rippen, nach hinten. Mit der Ausbildung eines Sternum und mit diesem sich verbindender Rippenstücke, und zugleich mit der Entwicklung eines mächtigen M. pectoralis verlor die ventrale hintere Portion allmählich ihren Zusammenhang mit den vorderen älteren Muskeln, bis endlich der hintere, längere Abschnitt morphologisch und functionell zu einem Bauchmuskel wurde, während die vorderen Abschnitte ihren Charakter als Zungen- und Kiefermuskel bewahrten.

Diese Ausdehnung des Rectus nach dem Schwanze zu darf man jedoch nicht einfach als durch ein sich in die Länge ausziehen, eine bloße Wucherung seiner ursprünglich vorhandenen muskulösen Elemente entstandene sich vorstellen (wie wir bei vielen Extremitäten-Muskeln finden). Einer solchen Auffassung würde seine Innervation widersprechen, denn wir haben im speciellen Theile gesehen, dass der M. rectus nicht etwa von Nerven versorgt wird, die aus präbrachialen Stämmen entspringend oder sogar dem N. glossopharyngeus angehörig, sich in der ganzen Länge des Rectus nach hinten erstrecken, sondern dass er vom Plexus brachialis an bis zum Plexus cruralis regelmäßige metamere Äste aus den Spinalnervenstämmen erhält. Der Rectus ist demnach zum großen Theile als eine mit der Metamerie des Rumpfes in innigem Zusammenhang stehende Neubildung anzusehen, deren Ursache, und dies müssen wir festhalten, allerdings in der Wanderung des Beckens zu suchen ist.

Die Metamerie des Rectus, d. h. sein Zerfall in Myocommata durch Inscriptiones tendineae, die der Zahl nach mit denen der Wirbel in einem bestimmten Abschnitt übereinstimmen, oder wenigstens die Wirbelzahl nicht übertreffen, scheint auf das hohe Alter des Rectus hinzuweisen (cf. sein Vorkommen bei den Haien und den Embryonen der Knochenfische). Ob diese Inscriptiones tendineae, wie es nach ihrem Verhalten bei den Chamaeleonten und Anolidae den Anschein haben könnte, als Überbleibsel der aus der Muskelmasse zurückgezogenen Rippen aufzufassen, oder ob sie nur dadurch entstanden, dass die im ganzen Rumpfe herrschende Metamerie später auch den Rectus, der ja morphologisch ein Bauch-Rumpfmuskel geworden, in Mitleidenschaft zog, und sie später selbständig verknöcherten und sich unabhängig von den Rippen denselben nur zufällig anlegten (cf. Krokodile, bei denen sie von den Rippen sogar

durch Muskulatur getrennt sind), ist eine andere, vielleicht nur auf entwicklungsgeschichtlichem Wege zu lösende Frage.

Dass die Zahl der Inscriptionen mit der Zahl der zwischen letzter zum Sternum gehender Rippe und Sacralwirbel befindlichen Wirbel nicht immer übereinstimmt, sondern häufig geringer ist, findet eine leichte Erklärung durch nachträgliche (beim Embryo selbst stattfindende) Wanderung des Beckens, auf welch letztere uns die Verhältnisse der Zusammensetzung des Plexus cruralis und ischiadicus nothwendig hinweisen. Es kann eben so wohl eine Verkürzung des Rectus, wie eine Verlängerung, d. h. wirkliches sich in die Länge ziehen seiner hinteren Myocommata eintreten, und endlich können gewiss bei starker Ausbildung des Rectus die Inscriptionen selbst sich rückbilden, wie uns die Monitoren zeigen. — Jedenfalls ist man durchaus nicht gezwungen mit SCHNEIDER, op. cit. pag. 129, anzunehmen, »dass nach der Entstehung des Rectus eine Vermehrung der Wirbel eingetreten ist«.

Erklärung der Abbildungen.

Tafel VI.

Fig. 1. Hydrosaurus marmoratus $^1/_2$. Rechte Seite des Rumpfes nach Fortnahme der Haut. Aus dem M. obliquus externus abdominis sind zwei große Stücke herausgeschnitten und der M. rectus lateralis ist von der Brust an fortgenommen um die tiefer liegenden Muskeln zu zeigen. Der rechte Oberschenkel befindet sich in stark abducirter Stellung.

Fig. 2. Lacerta viridis $^1/_1$. Rechte Seite des Rumpfes nach Fortnahme der Haut und der ersten Lage des M. obliquus externus. Die dorsolaterale Grenze des M. pectoralis und des M. rectus lateralis, eben so die Lage des M. rectus internus ist punktirt angegeben.

Fig. 3. Cyclodus Boddaerti. Schematisch. Rechte Seite. In der oberen Hälfte der Zeichnung erscheint der M. rectus lateralis + ventralis, vom M. obliquus externus bedeckt. In der unteren Hälfte ist die erste Schicht des M. obliquus externus ganz fortgenommen und die Grenzen des M. rectus sind nur durch Striche bezeichnet.

Fig. 4. Chamaeleon africanus $^1/_1$. Ein Theil der Rumpfmuskulatur der rechten Seite, von innen. Der M. transversus abdominis ist nur theilweise gezeichnet; unter ihm erscheinen die Intercostalmuskeln; dorsomedial und zwischen seinen Ursprungszacken die Mm. retrahentes

costarum (α, β, γ). Die der unteren Hälfte der Zeichnung zeigt nach Fortnahme des M. transversus den M. quadratus lumborum, den am Os pubis inserirenden Theil des M. obliquus externus und den Plexus sacralis. *S. o. p.*, Symphysis ossium pubis. *S. o. i.*, Symph. ossium ischii. *O. il.*, Os ilei. *XXIV*, 2. Sacralwirbel.

Fig. 5. Cyclodus Boddaerti. Innenansicht der Bauchmuskeln der rechten Seite in Höhe des XXV.—XXXVII. Wirbels. Die eine zusammenhängende Schicht bildenden Mm. retrahentes costarum und der M. transversus sind in Höhe des 32. resp. 27. Wirbels durchschnitten und fortgenommen; es erscheinen darunter die beiden Schichten des M. obliquus internus, die Mm. intercostales interni und die Mm. scalares und der M. quadratus lumborum. Der M. rectus ist nicht gezeichnet, die Medioventrallinie aber angedeutet.

Fig. 6. Alligator mississippiensis $^1/_2$. Ventralansicht des M. rectus in der Beckengegend nach Fortnahme der Haut. Der R. lateralis ist etwas seitlich fortgezogen; unter ihm liegen der M. ischio-caudalis (Seitenmuskel des Schwanzes) und noch tiefer der M. pyriformis s. M. femoro-coccygeus der Autoren. — a_1, Ein Beckenmuskel, von der Ventralfläche des Os pubis zum Femur gehend.

Fig. 7. Hydrosaurus marmoratus $^1/_1$. Innenansicht der Seitenrumpfmuskeln der rechten Seite nach Fortnahme der Schicht der Mm. retrahentes costarum und des M. transversus. Das Becken ist in der Medioventrallinie durchschnitten und etwas nach dem Schenkel hin gebogen, daher ist das Os ilei vom Sacrum theilweise getrennt. Vom Rectus ist nur ein kurzes Stück, vom Obliquus externus nur die zweite Schicht sichtbar. a_1, $_2$, $_3$, *b*, *c*, *f*, Beckenmuskeln.

Fig. 8. Ptyodactylus sp? $^1/_1$. Ventralansicht; rechte Seite nach Fortnahme der Haut, die linke nach Abtragung des M. pectoralis und M. obliquus externus.

Fig. 9. Cyclodus $^1/_1$. Schematischer Querschnitt in Höhe des XXXIV. Wirbels. Rechte Seite.

Fig. 10. Cyclodus $^1/_1$. Schematischer Querschnitt in Höhe des XX. Wirbels.

Fig. 11. Cyclodus. Schematischer Sagittalschnitt durch die Bauchmuskeln, etwas lateral von der Medioventrallinie.

Für alle Figuren gemeinsame Bezeichnungen.

il. cost.,	M. ilio-costalis.	*qudr. lumb.*,	M. quadratus lumborum.
intc. ext.,	Mm. intercostales externi.	*rect. lat.*,	M. rectus lateralis.
intc. int.,	Mm. intercostales interni	*rect. int.*,	M. rectus internus.
inscr. tend.,	Inscriptiones tendineae.	*rect. ventr.*,	M. rectus ventralis.
obl. ext. 1, 2,	M. obliquus externus 1. resp. 2. Schicht.	*retr. cost.*,	Mm. retrahentes costarum.
		scal.,	M. scalaris.
obl. int.,	M. obliquus internus.	*S. o. p.*,	Symphysis ossium pubis.
o. il.,	Os ilei.	*S. o. i.*,	Symphysis ossium ischii.
pect.,	M. pectoralis.	*transv.*,	M. transversus.

Berichtigung.

Auf pag. 60 Zeile 8 v. o. und pag. 64 Zeile 11 v. u. muss es heißen Serrati postici, anstatt Serrati.

Die beiden letzten Sätze des ersten Absatzes der Anmerkung auf pag. 64 sind zu streichen und ist dafür zu setzen:

Es seien bei dieser Gelegenheit folgende gewissermaßen als äußere Rippenheber fungirende Muskeln kurz erwähnt.

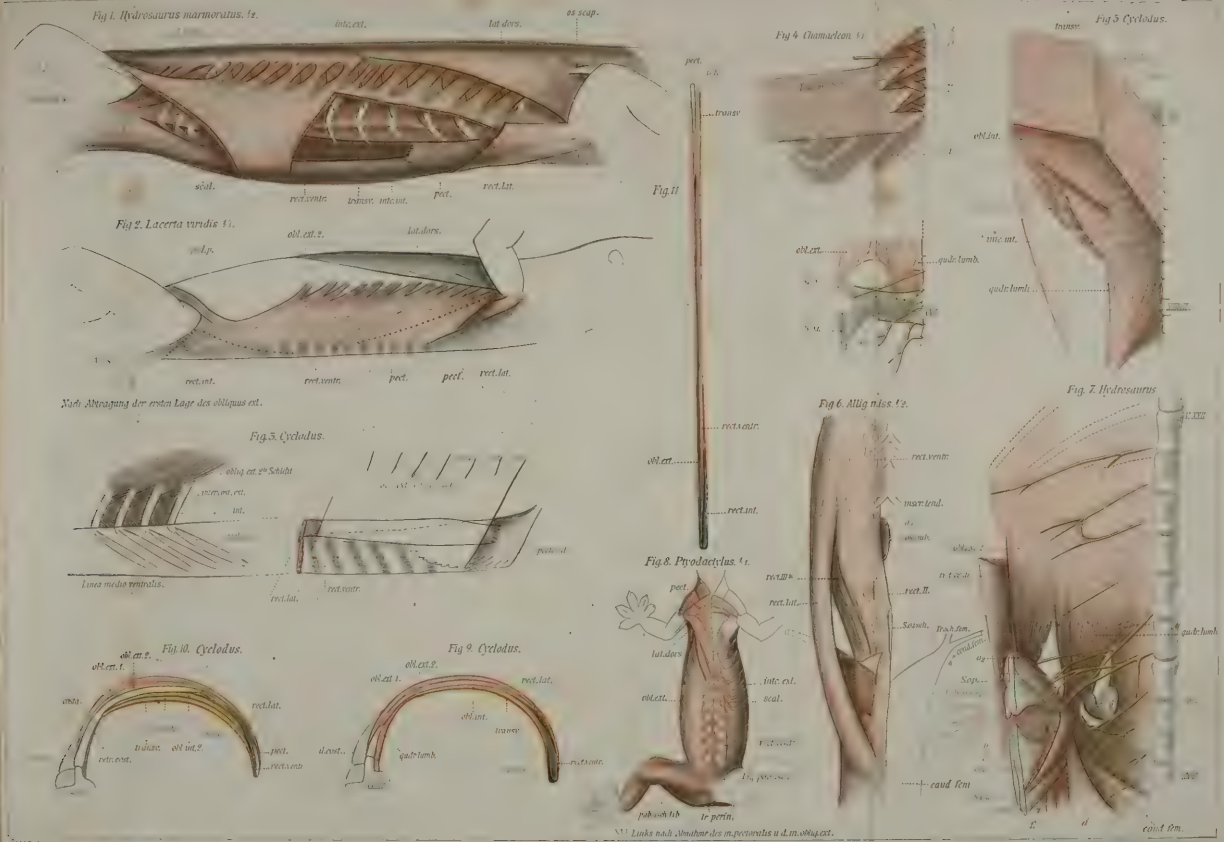


Fig 1. Hydrosaurus marmoratus. ½.
Fig 2. Lacerta viridis ½.
Nach Abtragung der ersten Lage des obliquus ext.
Fig.3. Cyclodus.
Fig.10. Cyclodus.
Fig 9. Cyclodus.
Fig.11
Fig 4 Chamaeleon ½
Fig.5 Cyclodus.
Fig 6. Alligators ½.
Fig. 7. Hydrosaurus
Fig.8. Pyodactylus ½.
Links nach Abnahme des m.pectoralis u. d. m. obliq. ext.

Beiträge zur Entwicklungsgeschichte der Petromyzonten.

Von

W. B. Scott, B. A.,
aus Princeton, U. S. A.

Mit Tafel VII—XI.

Einleitung.

Diese Arbeit eröffnet eine Untersuchungsreihe über die Entwicklungsgeschichte der Petromyzonten. Hierzu war ich nicht nur durch die Wichtigkeit des Gegenstandes und die Unvollständigkeit der bis jetzt darüber bekannten Beobachtungen veranlasst, sondern auch durch die Gelegenheit, die das sehr reichliche, von dem verstorbenen Dr. Ernst Calberla gesammelte Material mir zur Disposition gab. Dieses Material besteht aus sehr vielen konservirten Larven und Embryonen und aus einer noch größeren Anzahl fertiger Schnittserien. Vorbereitungen zu einer von Calberla lange geplanten größeren Arbeit. Der frühzeitige Tod dieses der Wissenschaft viel versprechenden Mannes hatte die begonnene Arbeit unterbrochen, und nur in zwei kleineren Abhandlungen erkennen wir Andeutungen der reichen Ernte, welche in Aussicht stand. Ich habe mich bestrebt, das von Calberla Angefangene nach Kräften zu vervollständigen und es ist mir eine angenehme Pflicht zu gestehen, wie viel ich seinem Fleiße und seiner technischen Geschicklichkeit schuldig bin. Ich habe ferner die Pflicht, den großen auch inneren Werth seiner Arbeiten hier hervorzuheben, und obgleich ich auf den folgenden Seiten manchmal Anlass habe, von seiner Meinung abzuweichen, so sind diese Fälle doch fast immer von geringerer Bedeutung, während ich in der Regel seine Resultate nur bestätigen kann.

Dieses werthvolle Material erhielt ich durch die Freundlichkeit

des Herrn Prof. GEGENBAUR, dem ich hier meinen herzlichsten Dank aussprechen muss, nicht nur für diese von ihm gegebene Ermöglichung dieser Untersuchungen, sondern auch für seine fortwährende Hilfe, seinen Rath und das stets rege Interesse, welches er für diese Arbeit gezeigt hat.

Die Untersuchung der Entwicklungsgeschichte der Cyclostomen war mein Wunsch, weil wir es hier mit einer der Stammform der Wirbelthiere sehr nahe stehenden Abtheilung zu thun haben sollten: eine Meinung, welche ich theilte und in einer früheren Abhandlung[1] gleichfalls aussprach. Die gefundenen Resultate entsprachen nicht ganz der gehegten Erwartung. Dennoch hoffe ich, dass die Resultate dieser Untersuchungen sich der Aufmerksamkeit der Morphologen nicht unwerth zeigen werden.

Vorliegende Abtheilung der Arbeit behandelt die embryonale Entwicklung von Petromyzon Planeri; d. h. die Entwicklung innerhalb des Eies. Der Zweckmäßigkeit halber sind einige Organsysteme ausgelassen, theils weil die embryonale Geschichte derselben sehr unbedeutend ist, theils weil deren ausführliche Besprechung diese Abtheilung zu weit ausgedehnt hätte.

Schließlich drücke ich an dieser Stelle den Herren Professoren BALFOUR, LANKESTER und GÖTTE für freundliche briefliche Mittheilungen über einige der hier besprochenen Fragen, und besonders meinem Freunde Dr. HANS GADOW für seine unschätzbare Hilfe bei dieser Arbeit in sprachlicher Beziehung meinen aufrichtigen Dank aus.

Erstes Kapitel.

Die Reifung des Eies.

Wegen Mangels an frischem Untersuchungsmaterial sind meine Beobachtungen über die Reifung des Eies nur lückenhaft. Sie waren aber doch ausreichend die Resultate anderer Forscher in demselben Gebiet in manchen Beziehungen zu bezweifeln. Als mir die Schrift von KUPFFER und BENECKE[2] in die Hände kam, war zwar meine Untersuchung beendet und ich hatte keine Gelegenheit die-

[1] SCOTT und OSBORN. On some points in the Devel. of the Common Newt. Quart. Journ. Microsc. Sc. 1879.

[2] Der Vorgang der Befruchtung am Ei der Neunaugen. Festschrift zur Feier von TH. SCHWANN. Königsberg 1878.

selbe zu wiederholen. Dies war um so weniger nothwendig, als alle meine positiven Resultate und auch meine Zweifel über die Richtigkeit der Angaben Anderer von jenen Autoren bestätigt sind. In Bezug auf andere Punkte, wo ich keine Beobachtungen gewinnen konnte, weichen sie gleichfalls von ihren Vorgängern ab und hier kann ich nur die widersprechenden Angaben anführen, ohne dieselben auf irgend eine Weise in Einklang bringen zu können.

Die die Befruchtung des Petromyzon-Eies bgleitenden Erscheinungen sind schon im Jahre 1864 von A. Müller[1] eingehend beschrieben worden; seine Beobachtungen sind in fast allen Beziehungen von Calberla[2] bestätigt, obgleich letzterer die von Müller gegebenen Deutungen der Vorgänge als entschieden unrichtig betrachtet. Müller hat nur diejenigen Vorgänge untersucht, welche beim Befruchtungsakt stattfinden, und obgleich diese Vorgänge zum Verstehen des eigentlichen Reifungsprocesses gerade sehr wichtig sind, so müssen wir doch die Betrachtung dieses Processes bei einem weit früheren Stadium anfangen.

Kurz zusammengefasst sind Calberla's Angaben über die Reifung folgende: Die Eier von Larven in Umwandlungsstadien (Ende Septembers) zeigten einen hellen durchsichtigen, wenn auch etwas getrübten Dotter; das Keimbläschen war deutlich zu erkennen und lag nahe der Dotterperipherie. Eier von älteren Exemplaren zeigten, außer der Zunahme an Größe, den Dotter schon sehr durch Körnchen getrübt. Das Keimbläschen lag in demselben, noch scharf umgrenzt, ganz an der Peripherie. Noch später zeigten die Eier eine Veränderung des Bläschens. Es hatte seine scharfen Contouren so wie das Kernkörperchen eingebüßt, sein Protoplasma lag gewissermaßen in unregelmäßiger Form an der Peripherie. Bei vielen Eiern war weder von einem Keimbläschen noch von Kerngebilden etwas zu sehen, bei solchen fand sich nur ein heller Protoplasmatropfen an einer gewissen Stelle der Eiperipherie. Dieses Verhalten zeigten stets die größten Eier des Eierstockes. Bei einem am 9. December getödteten Exemplar, welches als völlig ausgebildeter Petromyzon gelten konnte, war in jenem hellen Protoplasmatropfen, dem Rest des Keimbläschens, die Bildung eines neuen Kernes, des Eikernes, deutlich zu erkennen. Es fällt also mit der Vollendung der Um-

[1] A. Müller, Über die Befruchtungserscheinungen im Ei der Neunaugen. Verhandl. d. Königsberger phys.-ökonom. Gesellsch. 1864. pag. 109—119.

[2] E. Calberla, Der Befruchtungsvorgang beim Ei von Petromyzon Planeri. Zeitschr. f. w. Zoologie. Bd. XXX.

bildung der Larve in das Geschlechtsthier die Umwandlung des Keimbläschens in den Eikern (Hertwig), wie ich dies schon vermuthet hatte, zusammen[1]. In dem Eierstock von einem $1^1/_2$ Monate vor der Laichzeit getödteten Exemplar ist der Eikern definitiv gebildet: er liegt in den meisten Fällen dicht an der Peripherie des Eies und besteht aus einem Haufen hellen Protoplasmas, welcher sich mit Karmin nur wenig oder gar nicht färbt. Die beiden Schichten der Eihaut sind schon angelegt und deutlich zu erkennen: sie sind als eine Abscheidung der äußersten Schicht des Dotters aufzufassen. Die Eier sind groß und dicht mit Dotterkörnchen gefüllt, während der Kern von solchen Körnchen durchaus frei ist. Er liegt in einer vom Dotter umgebenen Höhle von einer Schicht hellen Protoplasmas bedeckt. Bei manchen Eiern ist der Kern gegen das Centrum des Eies gerückt; bei günstigen Schnitten kann man eine vom Kern bis zur Oberfläche des Eies reichende Strecke helleren Protoplasmas sehen, die Anlage des »Spermaganges«, dessen äußeres Ende die »innere Mikropyle« bildet.

Das gelegte, unbefruchtete Ei ist ellipsoid und wird von einer zweischichtigen Haut umgeben: die Trennung beider Schichten ist nicht so scharf wie in dem vorhergehenden Stadium, während bei überreifen Eiern (d. h. Eiern, welche $1-1^1/_2$ Monate unbefruchtet in sehr kaltem Wasser aufbewahrt wurden) der Unterschied zwischen den Schichten verschwunden ist und die ganze Eihaut aus einer homogenen stark lichtbrechenden Schicht besteht. Der äußere Theil dieser Schicht beim reifen Ei ist dichter und dicker als der innere, oberflächlich rauh und mit allerlei Zacken besetzt, welche im Wasser aufquellen und das Ei mit einem durchsichtigen Hof umgeben. Eine Öffnung in der Eihaut, die »äußere Mikropyle«, führt zur »inneren Mikropyle« und dem »Spermagang«. Im unbefruchteten reifen Ei liegt die Eihaut dicht am Dotter, dessen Protoplasma eine große Menge Körnchen von verschiedener Größe besitzt. In manchen Theilen des Eies ist der Dotter körnchenfrei; eine dünne Schicht solchen Dotters bildet die Oberfläche. Reichlicher findet er sich an der inneren Öffnung der »Mikropyle«. Von derselben führt ein Strang helleren Protoplasmas als »Spermagang« zum »Eikern«, dessen Anlage im vorigen Stadium zu sehen war. Diese Verhältnisse betrachtet Calberla als für die Befruchtungsvorgänge sehr wichtig. Das körnchenfreie Protoplasma ist leichtflüssiger, beweglicher als das

[1] Loc. cit. pag. 10 Anmerkung. Ich citire vom Separatabdruck.

körnchenhaltige. »Ein Fremdkörper, der eine eigene Bewegungsfähigkeit besitzt und durch die äußere Mikropyle in den Eihaut-Eidotterraum eingedrungen ist, findet in dem die innere Mikropyle und den Spermagang ausfüllenden dotterkörnchenlosen Protoplasma den geringsten Widerstand, kann also ohne Hindernis zum Eikern gelangen.«

Die Vorgänge, durch welche der Eikern entsteht und die Beziehungen desselben zum Keimbläschen sind von Aug. Müller nur theilweise berücksichtigt. Seine Angaben darüber sind mit denen über die Befruchtung zusammengefasst folgende: Die Eier von Petromyzon Planeri und fluviatilis sind einander sehr ähnlich, von fast gleicher Größe, und von ovaler Form. Auf dem spitzeren Ende, außerhalb der Eihaut, befindet sich ein klarer mondsichelförmiger Körper, die »Flocke«. Der Inhalt des Eies besteht aus dem dunklen Dotter, aus dem »Urbläschen« (Eikern, Calberla), das dicht am spitzeren Pole liegt und oberhalb dessen eine Scheibe anders gearteter Substanz sich findet. Dieselbe hängt mit dem »Urbläschen« zusammen, und in ihrer Mitte findet sich ein dunkler Fleck. Nach Hinzutreten des Sperma entsteht am spitzen Ende zwischen Dotter und Eihaut ein Raum, in welchem ein heller Cylinder vom Pol der Eihaut zum Dotter sich erstreckt, mit der Vergrößerung des Raumes sich verlängert, Sanduhrform annimmt und dann durchreißt. Das periphere Ende bleibt als Kügelchen an der Eihaut haften, das centrale verschwindet in einer klaren Masse des Dotters, die sich gleich darauf oder schon vor dem Verschwinden des Cylinders aus dem Dotter erhebt, kugelig aufstrebt und dann sich wieder senkt, um entweder ganz im Dotter zu verschwinden oder eine Zeit lang noch in Zapfenform äußerlich sichtbar zu bleiben.

Die Zoospermien bevorzugen das spitze Eiende, dringen in die »Flocke«, und ordnen sich in der Substanz derselben nach den Radien des Eies an, wie Feilspäne um den abgerundeten Pol eines Magneten. Einige bohren sich in die äußere, auch in die innere Schicht der Eihaut, keines gelangt durch dieselbe ins Innere.

Calberla giebt Folgendes über den Befruchtungsvorgang an. Spermatozoen treten ins Innere des Eies nur durch die Mikropylen-Öffnung der Eihaut und ein einziger Samenfaden genügt das Ei zu befruchten. Nachdem das Spermatozoon durch die »äußere Mikropyle« gewandert ist, dringt es in das zwischen »beiden Mikropylen« reichlicher angehäufte, körnchenfreie Protoplasma ein. Sofort beginnt lateral der Mikropyle der Dotter sich von der Eihaut zu entfernen.

»Während erst der Dotter rings um die Mikropyle sich um ein Minimales zurückgezogen hatte, zieht sich jetzt der körnchenhaltige Dotter von der Mikropyle selbst zurück, und nun erscheint jene dort früher konstatirte körnchenfreie Protoplasmaschicht zu einem breiten Bande ausgezogen, welches von der inneren Öffnung der äußeren Mikropyle zur inneren Mikropyle geht.« Dieses Band bildet den Weg für das Spermatozoon und wird von Calberla »Leitband des Samens« genannt. Durch dasselbe tritt der Samenkopf und vielleicht auch ein Theil des Mittelstückes in die »innere Mikropyle und den Spermagang« ein. »Der Schwanz bleibt jedenfalls außerhalb des Eies, er verstopft die äußere Mikropyle und hindert somit den Eintritt eines weiteren Samenkörperchens.« Die Trennung zwischen Eihaut und Dotter bildet sich durch eine Ausdehnung der Eihaut. Die erste wenn auch minimale Kontraktion des Dotters beim Eintritt des Samenfadens entfernt das die Porenkanäle der Eihaut verklebende Protoplasma und gestattet den Eintritt von Wasser durch zahllose Kanäle, wodurch ein Aufquellen der Eihaut erfolgt. Mit der weiteren Entfernung der Eihaut reißt das »Leitband«; das äußere Ende bildet den an der Eihaut bleibenden »Randtropfen«, das innere den »Dottertropfen«. In der Regel wird dieser Tropfen gänzlich in den Dotter zurückgezogen, um später, durch einen Kontraktionsvorgang im Innern des Eies veranlasst, wieder hervorzutreten; später aber zieht sich der Tropfen gänzlich in den übrigen Dotter zurück.

Die Angaben von Kupffer und Benecke weichen in manchen Beziehungen sehr von denen Calberla's ab und stimmen vielmehr mit denen von A. Müller. Die äußere Schicht der Eihaut enthält keine Fortsetzungen der Porenkanäle, welche die innere in großer Anzahl durchbohren. Die äußere Schicht quillt im Wasser etwas stärker auf, aber nicht gleichmäßig, sondern von Stelle zu Stelle zeigt sich eine seichte Einsenkung. Eine »hyaline Kuppel« (»Flocke« Müller's) findet sich am spitzen Ende des Eies, in welche die Zoospermien (viele zu einer Zeit) eindringen und sich radiär anordnen. »In der That, Herr August Müller trifft den richtigen Ausdruck für dieses Phänomen, wenn er dasselbe mit der Ordnung von Feilspänen um den Pol eines Magneten vergleicht.« Sobald Zoospermien in den Bereich der Kuppel gelangen, beginnt ein Zurückziehen des Dotters. »Wir finden, dass die Zurückziehung des Dotters nicht auf einer Kontaktwirkung, sondern auf einer Fernwirkung der radiär geordneten Zoospermien beruht.« In ähnlicher Weise wie von Calberla wird dann die Bildung von

Protoplasmafäden zwischen Eihaut und Dotter und von einem dicken »Achsenstang« beschrieben, welch' letzterem aber nicht die Bedeutung eines Leitbandes zukomme. Das bevorzugte Zoosperm dringt keineswegs stets auf dem Scheitelpunkte des Eies ein, sondern an den verschiedensten Punkten dieser Region, und zieht seinen Schwanztheil nach sich. Am unbefruchteten Ei haben sie keine Mikropyle auffinden können. Sie glauben jedoch »den Ausdruck Mikropyle« beibehalten zu dürfen und halten diese Bildung für das Residuum einer Öffnung in der inneren Eihautschicht. Die Mikropyle ist darnach keine offene Pforte, — wohl aber eine permeablere Stelle. Die Trennung zwischen Eihaut und Dotter wird ganz von einer Zurückziehung vom letzteren, nicht von einem Aufquellen der Haut veranlasst. Nach erfolgter Zurückziehung des Dotters findet sich in der Scheitelregion ausnahmslos ein Körper, der den Eindruck eines Kernes macht. Diesen Körper betrachten sie als Richtungskörper. Weder Müller noch Calberla thun desselben Erwähnung. Er liegt immer etwas excentrisch und fällt nie mit der Mikropyle zusammen. Der »Achsenstrang wird in den Dotter zurückgezogen und kurz nachher erhebt sich daselbst ein Zapfen hyalinen Protoplasmas, welcher in der Regel sich bis zur Eihaut erstreckt und dann sich allmählich zurückzieht. In dem von dem Zapfen durchsetzten Raum finden sich mehrere helle Blasen, welche theilweise von modificirtem Protoplasma der früher erwähnten Fäden, zum Theil auch von Spermaköpfen, welche in den Raum eindringen, herstammen. Der Zapfen verbindet sich stets mit solchen Blasen und seltener direkt mit unmodificirten Zoospermien. Diesem Vorgang messen genannte Autoren eine aktive Betheiligung an dem Befruchtungsakte zu. Bevor der Zapfen wieder in den Dotter verschwindet, entsteht in seinem Inneren ein kugeliger granulirter Körper, der schließlich, wenn der Zapfen wieder im Dotter versinkt, aus demselben ausgestoßen wird. Diesen Körper betrachten sie als einen zweiten Richtungskörper. Auch über die Beziehungen zwischen Keimbläschen und Eikern weichen Kupffer und Benecke, aus unten anzuführenden Gründen, von Calberla's Meinung ab.

Ich wende mich zu meinen eigenen, in diesem Theil sehr mangelhaften Beobachtungen. Diese betreffen zunächst den Richtungskörper, den ich sehr deutlich, sogar bei Eiern im Furchungsvorgang, erkannte. Der erste von Kupffer und Benecke beschriebene Richtungskörper hat stets eine excentrische Lage, der zweite vom Zapfen ausgestoßene liegt gerade am Scheitelpunkt. Nach seinem Verhal-

ten zu den Theilungslinien bei dem Furchungsvorgang glaube ich, dass ich nur den zweiten Körper gesehen habe. Die Meinung Calberla's bezüglich der Umbildung des Keimbläschens kann ich nicht annehmen.

Bei $1^1/_2$ Monat vor der Laichzeit getödteten Exemplaren (Taf. VII Fig. 1) sind die sehr zahlreichen Eier groß und durch gegenseitigen Druck einigermaßen polyedrisch geworden. Sie sind dicht mit Körnchen in regelmäßiger Anordnung gefüllt. An der Peripherie des Eies ist eine ziemlich breite Zone mit kleinen nicht so zahlreichen Körnchen, die in Linien so gestellt sind, dass sie körnchenfreie Räume einschließen (Taf. VII Fig. 4 *A D*). Innerhalb dieser Zone besteht der Dotter aus dicht gedrängten in Protoplasma eingebetteten gröberen Körnchen. Das von Calberla als Eikern (im Sinne Hertwig's) betrachtete Gebilde liegt in den meisten Fällen dicht an der Peripherie des Eies (Taf. VII Fig. 1—4 *K B*), ist sehr groß und besteht aus einer Membran, klarem, sich nicht färbendem Kernsafte und einem mit Karmin sehr intensiv sich färbenden Nucleolus. Ein Kernfadennetz, wie es Hertwig[1] für das Amphibien-Ei nachwies, ist bei konservirten Exemplaren mit Sicherheit nicht mehr nachzuweisen. Der Nucleolus beansprucht einige Aufmerksamkeit; ich habe nie mehr als einen solchen Körper in einem Ei gefunden: er ist stets auffallend groß (0.016 mm) und intensiv gefärbt: im Innern ist bei sehr starker Vergrößerung eine Anzahl dunklerer Fäden zu sehen, welche ein dem bekannten Fadennetz im Kern der Amphibienhautzellen ähnliches Bild darbieten. Ob dieselben wirklich ein solches Netz bilden, oder ob sie nur lange, vereinzelte Körnchen sind, lasse ich dahingestellt: es dünkt mir aber ersteres wahrscheinlicher. Das oben beschriebene Gebilde (Eikern Calberla's) liegt in einer Bucht des mit groben Körnern gefüllten Dotters, während oberhalb desselben (d. h. gegen die Eioberfläche) ein Deckel hellen Protoplasmas sich findet (Deckel des Urbläschens A. Müller's), welches isolirte Massen feiner Körnchen enthält. In keinem Fall vermochte ich die geringste Spur der von Calberla beschriebenen Anlage des »Spermaganges« aufzufinden.

Die zweischichtige Eihaut ist schon deutlich angelegt. Bezüglich des feineren Baues des Eierstockes weichen meine Beobachtungen

---

[1] O. Hertwig, Beiträge z. Kenntnis der Bildung, Theilung und Befrucht. d. thier. Eies. Morphol. Jahrb. Bd. III Taf. IV Fig. 1.

von den CALBERLA'schen ab. Ich übergehe das hier, da ich ohnehin später darauf zurückkommen muss[1].

Bezüglich der speciellen Beanstandungen von CALBERLA's Angaben hebe ich die Verhältnisse der Kerne hervor. In dessen Fig. 19 *E K*, in der untersten Reihe, finden wir den Kern eines unreifen Eies 42 Mal vergrößert und von derselben absoluten Größe wie den Kern bei Fig. 8, welche ein reifes, 200 Mal vergrößertes Ei darstellt! Mit anderen Worten: der Kern des unreifen, kleineren Eies ist 5 Mal so groß wie der des reifen größeren Eies. Dieses Resultat könnte zufällig sein, aber meine mit besonderer Beziehung auf diese Verhältnisse gezeichneten Figuren 1, 2 und 3 (Taf. VII) ergeben für die Kerngebilde dieser unreifen Eier eine sehr merkwürdige Größe. Ferner zeigen diese Gebilde Merkmale, welche nicht nur

---

[1] Wenn die von CALBERLA gemachten Angaben über die Reifungsvorgänge des Eies richtig wären, würde **Petromyzon** darin Verhältnisse bieten, welche von allen bekannten Vertebraten abweichen und zwar in folgenden Punkten:

1) Kein Theil des Keimbläschens wird vom Ei ausgestoßen, während der größte Theil davon in den Eikern übergeht. Ob die Nucleoli eine besondere Rolle in der Bildung des Eikernes spielen, lässt er unentschieden.

2) Der Eikern ist ungemein groß, ist hell und besteht aus verschiedenartigen Theilen, wie schon oben ausführlich dargelegt wurde.

3) Der Unterschied an absoluter Größe zwischen dem Kerne des unreifen und dem des reifen Eies ist sehr auffallend und von dem Befund bei anderen Thieren überhaupt sehr abweichend.

4) Es ist höchst eigenthümlich, dass die Umwandlung des Keimbläschens in den definitiven Eikern so sehr lange vor der Laichzeit stattfinden sollte. Nach CALBERLA geht diese Umwandlung im December vor sich, d. h. fast ein halbes Jahr bevor die Eier gelegt werden. Dieser Zustand ist um so merkwürdiger da die Eier zu dieser Zeit ihr volles Wachsthum lange nicht erreicht haben.

5) Die Bildung eines Dottertropfens, welcher später gänzlich in den Dotter zurückgezogen wird, ist bis jetzt bei keinem anderen Thiere beobachtet worden.

Diese höchst merkwürdigen Abweichungen zwingen mich die Richtigkeit der betreffenden Beobachtungen über die Umbildung des Kernes zu bezweifeln, Zweifel, welche meine eigenen mangelhaften Beobachtungen, so weit sie gehen, unterstützen. Diese Beobachtungen CALBERLA's sind für die Theorie des Keimbläschens und der Neubildung des Kernes sehr bedeutungsvoll. Wenn sie richtig wären, würden sie entweder ein Schwanken dieser Vorgänge anzeigen oder Petromyzon (und wahrscheinlich auch den anderen Cyclostomen) eine von allen anderen Vertebraten entfernte Stelle anweisen. Die erste der soeben erwähnten Hypothesen ist durch die Untersuchungen von HERTWIG u. v. A. fast gänzlich ausgeschlossen, also hat nur die zweite eine besprechenswerthe Möglichkeit.

sehr selten (wenn überhaupt) in Eikernen (im Sinne HERTWIG's) vorkommen, sondern sie sind auch die von HERTWIG[1] gegebenen Merkmale des Keimbläschens. »Vor allen thierischen Zellkernen ist es (das Keimbläschen) stets durch relativ ansehnliche Größe ausgezeichnet, stets setzt es sich aus verschiedenartigen Theilen zusammen, indem wir an ihm eine deutlich begrenzte Membran, einen mehr oder minder flüssigen Inhalt, den Kernsaft, und in diesem einen oder mehrere aus Kernsubstanz bestehende Körper, die Nucleoli unterscheiden können.« Wenn wir die betreffenden Gebilde der unreifen Petromyzon-Eier mit dem Keimbläschen des Frosch-Eies von HERTWIG, loc. cit. Taf. IV Fig. 6 und 7) entsprechenden Stadien vergleichen, so sehen wir, dass erstere in Bezug auf die Größe des Eies ansehnlich kleiner sind. HERTWIG hebt beim Frosch die ausnehmende Größe des Bläschens hervor und sehr häufig vorkommende Variationen in der Größe des Bläschens bei den verschiedenen Thieren. Die Vergleichung dieser Gebilde mit dem definitiven Eikern des Frosches lehrt aber sofort, dass dieselben fast 4 Mal so groß wie die Frosch-Eikerne sind. Man mag auch in dieser Beziehung CALBERLA's Fig. 19 mit seinen Figuren 3, 4, 7, 8 u. 11 vergleichen, kurz, abgesehen von der etwas geringeren relativen Größe und dem Vorhandensein eines einzigen Nucleolus, ist das betreffende Gebilde des Petromyzon-Eies von dem Keimbläschen des Frosch-Eies nicht zu unterscheiden. Fassen wir all Dieses zusammen, so muss ich annehmen, dass jene Kerngebilde der unreifen Eier von Petromyzon wirkliche Keimbläschen und nicht Eikerne sind.

Schroff dieser Ansicht gegenüber stehen die oben schon citirten Beobachtungen CALBERLA's über die bei der Metamorphose der Larve stattfindenden Umwandlungsvorgänge des Keimbläschens. Diese scheinen mir ungenügend und auch nicht recht klar. Ich mache keinen Versuch sie zu deuten; meine Absicht ist, nur zweifellose mit der CALBERLA'schen Ansicht unvereinbare Thatsachen anzuführen. In Folge dessen erlaube ich mir die Vermuthung auszusprechen, dass im Wesentlichen die Umwandlung des Keimbläschens in den Eikern bei Petromyzon mit dem gleichen Vorgang beim Frosch übereinstimme und zu entsprechender Zeit stattfinde.

Diese Besprechung der Angaben CALBERLA's über die Reifung war niedergeschrieben, bevor ich von der Schrift KUPFFER's und BENECKE's

[1] HERTWIG, loc. cit. pag. 78.

Kenntnis erhalten hatte. Die Angaben dieser Autoren[1] finden dadurch eine Bestätigung.

Zweites Kapitel.

Die Furchung und Bildung der Keimblätter.

Der Furchungsvorgang ist von drei Forschern untersucht worden, welche darüber zu zwei verschiedenen Meinungen gelangten. Die erste ist von Max Schultze[2] und Owsjannikow[3], die zweite von Calberla vertreten. Schultze behauptet, dass die Furchung eine totale sei und ganz in ähnlicher Weise wie beim Frosch-Ei verlaufe. In der sechsten Stunde nach Ausführung der künstlichen Befruchtung entstehe ein Einschnitt, welcher die obere Eihälfte genau halbire, nach einiger Zeit sich langsam auch über die untere Hälfte verbreite.

[1] In jener Schrift heißt es: »Calberla stellt auf Grund recht unsicherer Anhaltspunkte die Behauptung hin, der ursprüngliche Kern des Eies, das Keimbläschen, verschwinde schon um die Zeit der Metamorphose des Querders; der Kern, der sich an den Eiern des ausgebildeten Neunauges finde, sei ein neuentstandener und demnach der Eikern im Sinne von O. Hertwig. Aber diese Auffassung verliert allen Boden durch den von uns geführten Nachweis, dass am Beginne des Befruchtungsaktes ein Richtungskörper eliminirt wird, den Calberla übersehen hat. Darnach wird es wahrscheinlich, dass das Keimbläschen erst zu diesem Zeitpunkte verschwinde. Schnitte, die wir durch gehärtete Eier ausführten, zeigten uns Verhältnisse, die diese Wahrscheinlichkeit bedeutend erhöhten. Wir fanden an Eiern, die legereifen Weibchen von Petromyzon fluviatilis entnommen waren, stets einen großen, abgeplattet linsenförmigen Kern nahe dem aktiven Pol in der oberflächlichen Schicht durchscheinenden Protoplasmas; die Längsachse dieses Kernes misst bis 0,08 mm. Der Kern entsprach nach Aussehen, Gestalt und Lagerung durchweg dem bekannten Keimbläschen in der Keimscheibe des Vogeleies. Er ist relativ kleiner als derjenige im reifen Batrachier-Ei, den O. Hertwig neuerdings noch getreu geschildert und abgebildet hat, aber, abgesehen von der Größe, auch diesem vergleichbar; dagegen nicht übereinstimmend mit dem runden, bedeutend kleinern und tiefer gelegenen Gebilde, das Calberla auf Taf. XXVII Fig. 3 und 4 *Ek* darstellt und als Kern des reifen Eies von Petromyzon Planeri angesehen wissen will.«

Diese übereinstimmenden Beobachtungen und Ansichten scheinen mir die Frage der Reifung ziemlich befriedigend zu beantworten.

[2] Max Schultze, Die Entwicklungsgeschichte von Petromyzon Planeri. Haarlem 1856.

[3] Owsjannikow, Die Entwickl. von Petromyzon fluv. Bulletin de l'Acad. de Science de St. Pétersbourg T. XIV. 1870. pag. 325.

und so das ganze Ei in zwei Furchungskugeln theile. Zwei und eine halbe Stunde nach dem Auftreten der ersten Furchungslinie zeigten sich Anfänge einer zweiten, zunächst ebenfalls die obere Eihälfte ausschließlich treffenden Furche, welche die erste rechtwinklig schneide; später verbreite sich die zweite Furche auch über die untere Eihälfte und theile jedes der ersten Segmente wieder in zwei. Diese ersten Furchungslinien haben eine meridionale Richtung bei natürlicher Stellung des Eies, während die dritte äquatorial sei, wodurch das Ei in eine obere und eine untere Hälfte geschieden werde. Die folgenden Furchungslinien treten immer zunächst in der oberen Eihälfte auf und wiederholen sich erst langsam nachfolgend in der unteren. Die weiteren Theilungen sind unregelmäßiger und bald gewinnt die obere Eihälfte vor der unteren einen sehr bedeutenden Vorsprung und fängt an durch lebhafte Zellvermehrung über die untere sich auszudehnen. Im Centrum des Eies bildet sich die Furchungshöhle, deren Decke zunächst aus einer einfachen Reihe Zellen besteht, später wird dieselbe von drei bis vier Zellenlagen gebildet. Die Höhle ist groß und liegt eigentlich nur in der oberen Hälfte des Eies. Schultze beschreibt ferner die Vorgänge der Einstülpung des Blastoderms, Bildung der Urdarmhöhle u. s. w., welche ganz wie beim Frosch vor sich gehen.

Owsjannikow giebt eine ähnliche Beschreibung der Furchung, aber nach ihm findet die erste Theilung innerhalb vier Stunden statt. Bezüglich der Bildung der Furchungs- und Urdarmhöhle u. s. w. weicht er nicht von Schultze's Angaben ab. Calberla[1] hingegen beschreibt einen Furchungsvorgang, welcher einigermaßen von dem der anderen genannten Forscher abweicht. Eine interessante, erst vom ihm[2] angeführte Thatsache betrifft die Bildung der ersten Furche. Die runde »Mikropylenöffnung« geht innerhalb vier Stunden nach der Befruchtung in eine ovale über und dann verengt sie sich allmählich von den Seiten her, zieht sich dafür in die Länge aus und wird also spaltförmig. Etwa 7—8 Stunden nach der Befruchtung ist die spaltförmige Mikropylenöffnung deutlich zur Anlage der ersten Furche geworden. Ob auch die zweite Meridionalfurche den Ort, wo früher die innere Mikropyle war, durchschneide, war ihm nicht möglich zu entscheiden. Man bemerke hier die Verschiedenheit in den Zeitangaben der einzelnen Forscher. Solche Unterschiede kommen oft auch

[1] Morphol. Jahrbuch. Bd. III. pag. 246.
[2] Zeitschr. für wissensch. Zoologie. Bd. XXX.

in den späteren Stadien vor. Sie sind durch die Annahme zu erklären, dass die Temperatur des Wassers, in welchem die Eier ihre Entwicklungsstufen durchliefen, verschieden war, wie der Einfluss der Temperatur auf die Entwicklung ja ein längst bekannter ist. Für Petromyzon giebt es auch CALBERLA an.

CALBERLA's weitere Angaben über die Furchung sind folgende. Schon bei der Vollendung der ersten Theilung kann man beobachten, dass die Produkte dieses Vorganges keine gleichwerthigen Elemente sind. »Die erste Theilung liefert nämlich eine größere und eine kleinere Furchungskugel. Die kleine und deren Theilungsprodukte furchen sich im weiteren Verlauf stets rascher als die große und deren Abkömmlinge. Bis etwa zur sechzehnten Theilung sind die Größedifferenzen gering und nur bei sorgfältiger Beobachtung zu erkennen. Bald aber überwiegen, entsprechend ihrer rascher erfolgenden Theilung, die kleinen Furchungskugeln die größeren an Zahl und beginnen das Ei resp. die größeren Furchungselemente zu umwachsen. Schnitte durch Eier solcher Stadien zeigen nahe der Seite des Eies, die von den kleinen Furchungselementen gebildet wird, die Existenz einer Höhle, die ich die primäre Keimhöhle nenne. Dieselbe ist nach außen durch eine einfache Schicht der kleinen Furchungskugeln abgegrenzt.«

Das Umwachsenwerden der großen Furchungskugeln durch die kleinen verläuft nicht überall gleichmäßig; auf einem Meridian schreitet der Vorgang langsamer fort und sistirt, sobald die kleinen Furchungselemente die großen bis über zwei Drittel der gesammten Ei-Oberfläche umwachsen haben. Hier bildet sich eine Fläche, welche zu der Zeit, in der das gesammte Ei durch die kleinen Kugeln umwachsen ist, sich vertieft. Die so gebildete Grube ist die Urdarmhöhle, die im weiteren Verlauf der Entwicklung zum Lumen des Darmrohres wird; die Öffnung der Grube nach außen ist der Rusconische After, welcher sich später zum bleibenden After umbildet.

Bei diesen Angaben scheint CALBERLA nicht bemerkt zu haben, dass seine Resultate in einer sehr wichtigen Beziehung bedeutend von denen SCHULTZE's abweichen. Er behauptet ausdrücklich, dass die erste Theilung zwei Kugeln von verschiedener Größe liefert, von denen eine sich rascher als die andere theilt und das Ektoderm bilde, während aus der größeren, sich langsamer theilenden Kugel das Entoderm entstehe. Die früheste Unterscheidung der beiden Keimblätter ist eine Anhäufung des Ektoderms am oberen Pole,

des Entoderms am unteren; in Folge dessen muss die erste Theilung nach Calberla eine äquatoriale sein, während nach Schultze die äquatoriale Furche die dritte ist.

Wenn Calberla dieses nicht meint, so muss er doch glauben, dass bei Petromyzon die Verhältnisse der Keimblätter zu den Eipolen wie bei dem Säugethierei sich darstellen. Wenn wir annehmen, dass die Richtungskörper immer den oberen Eipol bestimmen, dann sind bei den Säugethieren die ekto- und entodermalen Gegenden des Eies nicht mehr oben und unten sondern rechts und links. Dass dieses bei Petromyzon nicht der Fall ist, kann ich mit voller Sicherheit behaupten.

Wäre die Calberla'sche Angabe richtig, so bestände bei Petromyzon eine merkwürdige Abweichung von anderen Vertebraten. Bei Amphioxus, beim Frosch, Triton und Sterlet sind die beiden ersten Theilungen meridional und erst die dritte ist äquatorial, während bei Petromyzon diese Regel umgekehrt sein soll.

Leider habe ich keine Gelegenheit gehabt, die Furchungsvorgänge bei frischen Eiern zu untersuchen und meine eigenen Beobachtungen sind nur an konservirten Eiern angestellt. In diesem Fall kann man sich leicht durch Kunstprodukte täuschen lassen. Diese Möglichkeit habe ich immer festgehalten und mich bestrebt immer viele übereinstimmende regelmäßige und symmetrische Exemplare aufzufinden, um jeden Punkt möglichst sicher zu stellen.

In vielen Fällen finde ich, dass, wie Calberla angiebt, die erste Theilung zwei ungleiche Kugeln liefert, aber dieses scheint nicht konstant zu sein. Schultze hat gezeigt, dass die beiden Furchungssegmente gleich nach der vollkommenen Trennung weit aus einander klaffen und erst später zusammenrücken, so dass die einander zugekehrten Seiten abgeplattet werden, eine Erscheinung, welche bei der Furchung überhaupt sehr bekannt ist. Durch diesen Druck kann ungleiche Größe verursacht werden und Schultze's Taf. I Fig. 5 stellt auch ein solches Verhalten dar.

Die zweite Furchungslinie kreuzt die erste rechtwinklig. In einer Anzahl von Fällen habe ich drei Segmente gefunden, die wohl durch die raschere Verbreitung der zweiten Furche in einem der erst gebildeten Segmente als in dem anderen entstanden. Eine Andeutung dieser Asymmetrie ist auch in Schultze's Fig. 6 zu sehen, obgleich ich solch ausgeprägte Asymmetrie als einigermaßen abnorm betrachten möchte. Weitaus häufiger ist der Fall, dass auch die zweite Theilung symmetrisch oder nur wenig asymmetrisch vor

sich geht und vier längliche Segmente liefert (Taf. VII Fig. 6). SCHULTZE's Fig. 8 giebt ein Stadium, von welchem ich sehr viele Exemplare aufgefunden habe, nur mit der Ausnahme, dass der kleine problematische Körper (Richtungskörper) am oberen Eipole zu sehen ist. Meine Beobachtungen stimmen also genau mit denen SCHULTZE's überein, indem auch ich die beiden ersten Furchen meridional, und in Folge dessen das Ektoderm vom Entoderm resp. die diese repräsentirenden ersten Elemente noch keineswegs geschieden finde. Durch die dritte Furche ist aber die Unterscheidung ausführbar; diese Furche entspricht der äquatorialen des Amphioxus-Eies, ist aber dem oberen Eipole näher gerückt. Die Veränderung der Lage dieser Linie beruht wohl auf der vermehrten Quantität der Nahrungsdotterelemente. Bei Petromyzon, dessen Nahrungsdotter nicht so reichlich wie beim Frosch, Triton u. A. vorhanden ist, liegt diese Furche näher der Mitte des Eies, bietet also eine primitivere Lage. Eine Vergleichung von SCHULTZE's Taf. I Fig. 9 mit GÖTTE's Taf. II Fig. 25 zeigt dieses mit großer Klarheit. Durch diese äquatoriale Furche wird das Ei in 8 Segmente getheilt, von denen die oberen 4 kleiner als die 4 unteren sind (Taf. VII Fig. 7). Jetzt sieht man die ansehnlich gewordene Furchungshöhle (Keimhöhle). Jede der acht Kugeln hat zweierlei Dotterelemente, größere und kleinere; letztere bilden eine dünne Schicht in der Umgebung der Keimhöhle, die gröberen, reichlicher vorhandenen Elemente liegen außerhalb dieser Schicht. Dagegen ist die äußere dünne Schicht körnchenfreien Protoplasma's schon in früheren Stadien nicht mehr zu sehen.

Die späteren Furchungslinien habe ich nicht mit solcher Sorgfalt verfolgt, da meine Absicht war, womöglich die Frage der ersten drei Furchen zu entscheiden. Demnach finden also die Furchungsvorgänge bei Petromyzon ganz wie beim Frosch statt, die beiden ersten Theilungen sind meridional, während erst die dritte äquatorial ist. Die Unterscheidung der Furchungselemente ist aber nicht mit der ersten, sondern mit der dritten wahrzunehmen. Dadurch kommt Petromyzon in Einklang mit den anderen niederen, holoblastische Eier erzeugenden Vertebraten. Obgleich die Eier von Triton weit mehr Nahrungsmaterial als jene von Petromyzon besitzen, so sind beide doch auf denselben Typus zurückführbar. Ein Unterschied besteht nur darin, dass die Vermehrung des Nahrungsdotters die äquatoriale Furche dem oberen Eipole näher gebracht hat. Am Selachier-Ei ist derselbe Vorgang noch weiter fortgeschritten, aber die Verschiedenheit immer aus demselben Princip erklärbar. In die-

sem Ei, dessen Nahrungsmaterial bekanntlich enorm vermehrt ist, sind aber die ersten beiden Furchen meridional und kreuzen sich am oberen Eipole rechtwinklig. In der Gegend, welche die Nahrungsdotterelemente enthält, geht die Theilung so langsam vor sich, dass sie nie eine Trennung zu Stande bringt, während die äquatorialen Furchen so weit nach oben gerückt sind, dass das Blastoderm eine kleine Scheibe an der oberen Seite des Eies bildet. Dasselbe gilt für die Eier der Knochenfische und der Sauropsiden. All diese Typen der partiellen Furchung lassen sich von dem angeführten Typus der totalen Furchung durch die allmähliche Vermehrung des Nahrungsdotters ableiten.

Die Furchungshöhle bietet einige wichtige Verhältnisse. Zunächst ist ihre große Ausdehnung beachtenswerth. Diese ist weit ausgeprägter als bei irgend einem der asymmetrischen holoblastischen Eier und liegt eigentlich nur in der oberen Hälfte des Eies. Über die Höhle spannt sich eine dünne Decke, welche nach Schultze erst einschichtig aber am Ende der Furchung mehrschichtig ist (3—4 Reihen), während nach Calberla diese Decke aus einer einfachen Zellschicht besteht, ein Widerspruch, welcher nicht so schroff ist wie er aussieht.

Gerade zur Zeit der Beendigung des Furchungsprocesses ist die Höhle am größten, aber wenn die Einstülpung des Blastoderms stattfindet, ist die Höhle kleiner geworden (Taf. VIII Fig. 9 u. 10 *FH*) und die Decke ist fast in ihrer ganzen Ausdehnung einschichtig. An den Seiten bleibt jedoch eine Anhäufung der Zellen, welche in manchen Exemplaren ziemlich weit empor rücken. Wie wir später sehen werden, ist das Ektoderm von Petromyzon während des ganzen Larvenlebens durch eine einzige Zellenschicht gebildet, also ist die Furchungshöhle zu dieser Zeit von Zellen bedeckt, welche nicht zum späteren Ektoderm sondern zu Meso- oder Entoderm werden[1]. Um diese Thatsache verständlich zu machen, werden wir die Verhältnisse bei anderen Gruppen überblicken.

[1] Es ist überhaupt sehr schwierig zu sagen, zu welcher Zeit man bestimmte Zellen als zu den verschiedenen Keimblättern gehörig betrachten darf. Ich kann es nicht gerechtfertigt finden die kleineren Elemente bei den holoblastischen Eiern von Anfang an als ektodermal zu bezeichnen, da einige derselben Entoderm- und Mesodermzellen bilden. Ich werde also, der Zweckmäßigkeit halber, die Keimblätter des Petromyzon-Eies erst nach der Vollendung des Einstülpungsvorganges als differenzirt betrachten. Dass aber eine gewisse Unterscheidung der Keimblätter schon bei der Furchung stattfindet, ist damit keineswegs ausgeschlossen.

Bei den meisten holoblastischen Eiern (von den Säugethieren abgesehen) ist die Furchungshöhle nur von Zellen bedeckt, welche zum Ektoderm werden, bei den Selachiern hingegen auch von Zellen des primitiven Entoderm (lower layer cells). Ihr zuerst aus denselben Zellen bestehender Boden verschwindet, so dass die Höhle auf dem Dotter liegt. Bei den Knochenfischen erscheinen zwei Höhlen, von welchen die eine in dem Keim, die andere unter demselben erscheint. Lereboullet will beide identificiren, Oellacher[1] hingegen leugnet irgend einen Zusammenhang zwischen ihnen und nennt die Höhle im Keim die Furchungs-, die andere die Keimhöhle. Der Zustand bei den Selachiern aber macht es wahrscheinlich, dass beide einen Zusammenhang haben. Jedenfalls entspricht die von Balfour für die Selachier aufgeführte Furchungshöhle der Keimhöhle Oellacher's und als solche werden wir dieselbe betrachten. Bei ihrer ersten Erscheinung liegt sie unter dem Blastoderm und hat eine Decke aus mehrfachen Zellschichten, die eine fortwährende Verdünnung erleidet, bis sie endlich nur vom Ektoderm gebildet wird. Dieser Vorgang ist dem für Petromyzon erwähnten nicht unähnlich. Unter den holoblastischen Eiern hat die Furchungshöhle des Frosch-Eies eine mehrschichtige Decke, welche aber der Beschaffenheit des Ektoderms entspricht.

Die ursprüngliche Lage der Furchungshöhle ist central mit gleichmäßiger einschichtiger Wandung. Das Vorhandensein von Nahrungsdotter verursacht eine Verschiebung der Höhle und eine excentrische Lagerung. Bei den Selachiern liegt die Höhle tief im, und später auch unter dem Blastoderm, so dass die Decke aus mehreren Zellenreihen besteht, obgleich das Ektoderm einschichtig ist. Diese Abweichung von den Amphibien erklärt Balfour durch die allmähliche Vergrößerung der Quantität des Nahrungsdotters, welche die unteren Zellen einigermaßen aufwärts geschoben haben. Wie kann aber dieses für Petromyzon gelten, da gerade hier, wo die Quantität des Nahrungsdotters am geringsten ist, die Einrichtungen der Furchungshöhle denen ähnlich sind, welche bei den mit der größten Quantität des Dotters versehenen Selachier-Eiern zutreffend sind?

Die Beschaffenheit der Dicke der Furchungshöhle bei Petromyzon kann nach einer von zwei Hypothesen erklärt werden. Ent-

[1] Oellacher, Beitr. zur Entw. der Knochenfische. Zeitschr. für w. Zool. Bd. XXIII.

weder, dass hier eine Andeutung eines ursprünglich zweischichtigen Ektoderms zu sehen ist, oder dass das Volum des Eies früher größer war. In einer früheren Abhandlung[1] habe ich Gründe angeführt, aus welchen wir glaubten, dass der ursprüngliche Zustand des Ektoderms einschichtig wäre. Es ist also nicht nöthig die allgemeine Frage hier zu behandeln, übrig bleibt aber zu fragen in wie weit der Befund bei Petromyzon einen früheren zweischichtigen Zustand des Ektoderms andeute. Knochenfische und Anuren sind die einzigen bis jetzt bekannten Gruppen, welche ein mehrschichtiges Ektoderm von vorn herein besitzen; bei den Knochenfischen ist die Höhle zuerst von Zellen bedeckt, welche später entodermal werden, bei den Batrachiern hingegen ist die Höhle nur von Zellen bedeckt, welche ektodermal werden. Bei den Selachiern, deren Ektoderm in früheren Stadien einschichtig ist, hat die Höhle eine theilweise aus Entodermzellen bestehende Decke. Dieser Zustand der Decke der Höhle ist also unabhängig von der Beschaffenheit des Ektoderms. Ferner bei Petromyzon werden diese die innere Lage der Keimhöhlendecke bildenden Zellen nicht zum Ektoderm, sondern zum Mesoderm und theilweise auch zum Entoderm. Man könnte also annehmen, dass dies eine ektodermale Entstehung des Mesoderms andeute, weil die Mesodermzellen theilweise von den kleineren Furchungskugeln entstanden sind. Aber es ist unrichtig die Keimblätter zu dieser Zeit als differenzirt zu betrachten, weil solches erst mit der Einstülpung zu Stande kommt. Folglich bleibt uns nur die zweite Hypothese, jene der Volumsverminderung des Eies, auf welche ich später zurückkomme.

Bildung der Keimblätter. In der vorhergehenden Abtheilung haben wir das Ei in einem der Morula entsprechenden Stadium betrachtet: jetzt folgt die Bildung der Gastrula. Dieser Vorgang ist auch von Schultze und Calberla im Großen und Ganzen genau beschrieben worden.

Wir haben gesehen, dass die kleineren Furchungselemente allmählich über die größeren wachsen, ein Process, welcher nicht überall gleichmäßig stattfindet. Auf einem Punkt sistirt er ziemlich bald und hier bildet sich eine seichte Einsenkung (Taf. VIII Fig. 9*a* und 9*b Bp*). Diese bildet sich, wie beide genannte Forscher angegeben, bevor die kleineren Segmente in den anderen Meridianen um das ganze Ei gewachsen sind. Die Einsenkung vertieft sich fort-

[1] Scott und Osborn loc. cit.

während aber langsam und durch diese Vertiefung wird die große Furchungshöhle allmählich verdrängt (s. Taf. VIII Fig. 9 u. 10). Beim Anfang der Einstülpung ist aber eine Veränderung in der Beschaffenheit der Furchungshöhle zu bemerken, deren Bedeutung mir nicht vollkommen klar ist. Am Ende des Furchungsvorganges besteht, wie schon betont, die Furchungshöhlendecke aus mehreren (3—4) Zellschichten (Taf. VIII Fig. 8); jetzt aber wird diese Decke zum größten Theil aus einer einzigen Zellenschicht (Taf. VIII Fig. 9*a*) gebildet und nur an den unteren Seiten der Höhle sind noch Reste der früher vorhandenen zweiten und dritten Reihe zu sehen. Gerade wie diese Veränderung vor sich gegangen ist kann ich nicht mit voller Bestimmtheit angeben, wahrscheinlich aber besteht die Veränderung darin, dass die betreffenden Zellen einfach nach unten wandern. Die auf Taf. VIII dargestellten Figuren 9*a*—9*d* zeigen mit voller Klarheit, dass die eben beschriebene Vertiefung der Grube ein wirklicher Einstülpungsvorgang ist, welcher nicht wesentlich von der beim Frosch, Sterlet oder Triton stattfindenden Einstülpung abweicht, da aber die Quantität des Nahrungsdotters beim Petromyzonten-Ei eine verhältnismäßig geringe ist, so wird die Einstülpung viel tiefer im Vergleich zur Größe des Eies als bei den mit reichlicherem Nahrungsmaterial versehenen Eiern der eben genannten Formen (s. Taf. VIII Fig. 10*b*). Wie bei allen mit viel Dotter gefüllten Eiern findet die Einstülpung nicht gleichmäßig in Bezug auf die oberen und unteren Eihälften statt, sondern sie betrifft fast ausschließlich die dorsale Hälfte. Eine Andeutung einer ventralen Einstülpung (Taf. VIII Fig. 9*c*, *z*) ist zwar vorhanden, aber nicht in solchem Grade wie beim Frosch oder bei Acipenser. Schultze scheint dieselbe nicht bemerkt zu haben. Nach Abschluss dieser Einstülpung haben wir die fertige Gastrula.

Die Gastrula wird also bei Petromyzon auf eine dem beim Frosch stattfindenden Vorgang sehr ähnliche Weise gebildet, und zwar durch zwei verschiedene Processe: 1) Eine wirkliche Einstülpung, welche nicht central ist (wie bei Amphioxus), sondern durch die große Anhäufung von Nahrungsmaterial aufwärts geschoben ist und nur die dorsale Eihälfte betrifft. (Die spurenweise angedeutete ventrale Einbuchtung [Taf. VIII Fig. 9*c*, *x*] ist hier nicht in Betracht gezogen.) 2) Die schon erwähnte Umwachsung der kleineren Elemente über die größeren. Die so gebildete Gastrula bietet aber Eigenthümlichkeiten dar, welche unsere Aufmerksamkeit beanspruchen. Wie oben erwähnt, wird die große Furchungshöhle durch die Einstül-

pung gänzlich verdrängt, und an ihrer Stelle findet sich die lange schmale Urdarmhöhle, welche selbstverständlich durch die Einstülpung gebildet wird (Taf. VIII Fig. 9*a* und 10*a* *UD*). Mit dem Abschluss des Einstülpungsvorganges erscheint am Vorderende des Embryo und dicht unter dem blinden Ende der Urdarmhöhle eine seichte Einsenkung des Ektoderms, welche die erste Andeutung der Abschnürung des Kopfes vom Blastoderm hervorruft (Taf. VIII Fig. 10*b* *KE*). Die Bildung des Kopfes ist also der früheste in der fertigen Gastrula stattfindende Vorgang. Spätere Stadien dieser Abschnürung kann man sehr gut in SCHULTZE's Taf. IV Fig. 8 u. 9 dargestellt sehen.

Die Keimblätter der oberen Eihälfte sind durch Invagination gebildet: in Folge dessen schreitet ihre Bildung von hinten nach vorn fort. In der dorsalen Mittellinie entstehen nur zwei Schichten, das Ektoderm und das Entoderm, welche hier dicht an einander liegen (Taf. VIII Fig. 11*b*, 12, 13 *En*). Die Breite dieser Gegend, in welcher nur Ekto- und Entoderm vorhanden sind, gleicht ungefähr der des später erscheinenden Medullarrohres. Zu beiden Seiten dieser Gegend sind jedoch große, unregelmäßige Anhäufungen von Zellen zwischen Ektoderm und Entoderm eingeschaltet (Taf. VIII Fig. 11*b*, 12 und 13 *M*). Diese Zellen bilden das Mesoderm, welches also gleichzeitig mit den anderen Keimblättern und durch denselben Einstülpungsvorgang entsteht. Hier sei aber gleich erwähnt, dass nur ein Theil des Mesoderms, der dorsale, freilich bei Weitem der größte Theil, in der eben beschriebenen Weise entsteht: der ventrale Abschnitt des Rumpfmesoderms wird durch einen ganz verschiedenen Vorgang gebildet, worauf wir bald zurückkommen. Diese beiden von einander unabhängigen Massen des dorsalen Mesoderms haben eine viel größere laterale Verbreitung als das eingestülpte Entoderm, und liegen zum größten Theil unmittelbar auf den Dotterzellen, welche wir auch, aus später anzuführenden Gründen, als entodermal betrachten müssen. Es ist besonders hervorzuheben, dass das Mesoderm in der dorsalen Gegend des Embryo in jenem Verhalten (s. Taf. VIII Fig. 11*b*, 12, 13 etc.) ganz wie bei Triton und den Selachiern gebildet wird. Für die richtige Auffassung dieser Vorgänge muss festgehalten werden, dass in dieser Gegend alle drei Keimblätter gleichzeitig und durch einen und denselben Vorgang entstehen. Wendet man hiergegen ein, dass schon bei der Furchung Ektoderm und Entoderm differenzirt seien, so können wir erwiedern, dass das Mesoderm in demselben Grad differenzirt ist: d. h.

die Zellen des späteren Mesoderms sind schon vorhanden und durch die Einstülpung werden nur ihre Lagerungsverhältnisse verändert, was ebenfalls für Ektoderm und Entoderm gilt, obgleich viele Zellen derselben bis zum Abschluss der Invagination ohne alle Veränderung fortbestehen. Jedenfalls ist die scharfe Sonderung von Ekto- und Entoderm erst mit der Einstülpung vollzogen, und aus schon angegebenen Gründen werden wir die Differenzirung der Keimblätter als mit der Invagination vollendet betrachten können.

In der dorsalen Lippe des Blastoporus vermehren sich die Mesodermzellen sehr rasch und bilden in der Mittellinie eine kontinuirliche Platte. Diese mediane Platte hat aber nur eine sehr geringe Ausdehnung nach vorn und wird unserer Betrachtung der in der Mittellinie später stattfindenden Vorgänge keine Schwierigkeiten darbieten.

Wie oben erwähnt, wird die Urdarmhöhle durch die Einstülpung gebildet; dieselbe ist gänzlich von Entodermzellen umgeben, seitlich und oben von großen Cylinderepithelzellen, die außer allem Zweifel eingestülpt sind und die wir unter dem Namen »eingestülptes Entoderm« zusammenfassen werden. In wie fern die den Boden der Urdarmhöhle bildenden Zellen eingestülpt sind, oder in wie fern sie einfache Dotterzellen sind, kann ich nicht bestimmt sagen. Die Frage ist von keiner sehr hohen Wichtigkeit, weil sie nur in der vordersten Körpergegend, wo sie deutlich eingestülpt sind, zu bleibenden Epithelzellen des Darmes werden; durch weitaus die größte Strecke des Körpers werden die betreffenden Zellen als Nahrungsmaterial benutzt und allmählich resorbirt. Auf dieser Strecke wird das Lumen der Urdarmhöhle nicht zum Lumen des bleibenden Darmes.

Kurz nach der Bildung der Keimblätter in der dorsalen Gegend des Embryo, wie wir jetzt sagen dürfen, erscheinen sie auch in den ventralen und lateralen Regionen. Hier sind sie auf eine von der eben besprochenen ganz verschiedene Weise gebildet. In diesen Gegenden, in denen der Nahrungsdotter besonders angehäuft ist, wird die Einstülpung durch eine Umwachsung der kleineren Furchungselemente über die größeren ersetzt. Hier ist das Entoderm nur durch die Dotterzellen vertreten und das Mesoderm ist anfänglich gar nicht vorhanden. Der auf Taf. VIII Fig. 11 *b* dargestellte Schnitt lässt den ersten Schritt in der Mesodermdifferenzirung deutlich erkennen. Allmählich wird die äußerste Lage der Dotterzellen von den anderen Zellen getrennt und indem sie mit den lateralen Massen des eingestülpten Mesoderms (Taf. VIII Fig. 14) sich verbindet,

wird sie zu einer Lage Mesodermzellen. Diese Differenzirung fängt zuerst am hinteren Ende des Embryo an, und schreitet allmählich nach vorn (s. Taf. VIII Fig. 11 *a*). Auf Querschnitten gesehen, scheint die Differenzirung gleichzeitig vor sich zu gehen, d. h. um die Querperipherie des Embryo. Die Bildung des bleibenden Darmepithels im Rumpf folgt erst sehr viel später, im Mitteldarm erst im Larvenleben (Ammocoetes von 6—6,5 mm Länge), im Enddarm kurz vor dem Ausschlüpfen aus dem Ei. In beiden Fällen wird die große Masse der Dotterzellen resorbirt, während die peripherische Lage der Dotterzellen sich regelmäßiger anordnet und zu einem Cylinderepithel wird. Wenn wir die Größe der Urdarmhöhle mit der des bleibenden Darmlumens vergleichen, so leuchtet ein, dass bei Weitem der größte Theil (vielleicht $^9/_{10}$) des Darmepithels des Mittel- und Enddarmes aus Dotterzellen hervorging.

Das Mesoderm hat also, wie oben dargelegt, zweierlei Entstehungsarten: 1) durch eine Einstülpung vom Blastoderm, und 2) durch eine Differenzirung der Dotterzellen. Da aber die Dotterzellen dem Entoderm angehören, so ist klar, dass das ventrale Mesoderm im Rumpf direkt aus Entodermzellen gebildet wird. Das auf diese Weise entstandene Dottermesoderm knüpft sich bald an das Einstülpungsmesoderm; die Verbindungspunkte bleiben lange deutlich.

In dem vom Blastoderm abgeschnürten Kopffortsatz sind die Verhältnisse der Keimblätter etwas verschieden von denen der im Rumpf befindlichen Theile derselben. Im vordersten Theile der Gastrula bildet das eingestülpte Entoderm das blinde Ende des Urdarmes. Mit der Abschnürung des Kopfes beginnt auch ein Wachsthum des Kopffortsatzes in die Länge. Die Ausdehnung der Urdarmhöhle hält gleichen Schritt mit dem Wachsthum dieses Fortsatzes, welcher endlich bis zum Anfang des Mitteldarmes reicht. In diesem Theil des Körpers wird die Urdarmhöhle unmittelbar zum Lumen des bleibenden Darmkanals, und das Epithel desselben wird ausschließlich aus den eingestülpten Entodermzellen gebildet. Da der Kopffortsatz keine Dotterzellen enthält, ist es selbstverständlich, dass hier kein Dottermesoderm entstehen kann. Das ganze Mesoderm wird hingegen durch die eingestülpten Zellen vertreten, und erscheint im Ventraltheile des Körpers durch einfache Umwachsung. Es folgt aus der gegebenen Darstellung, dass der ganze Vorderdarm nie Dotterzellen enthält, von Anfang an ein Lumen besitzt, und nur von eingestülpten Zellen gebildet wird.

Demnach besteht ein ansehnlicher Unterschied in dieser Bezie-

hung zwischen der Vorder- und der Mitteldarmanlage darin, dass in der Vorderdarmanlage nur die eingestülpten Zellen vorhanden sind, während die Mitteldarmanlage mit Dotterzellen vollgefüllt ist und eine neue Bildungsweise von den ventralen Theilen der beiden unteren Keimblätter erscheinen lässt.

Dieser Unterschied ist offenbar nur eine Anpassung an die Bedingungen der Ernährung, durch welche die Dotterelemente auf der ventralen Seite und in der mittleren und hinteren Gegend des Körpers allein verwendbar sind.

Was das Histologische betrifft, so besteht zu dieser Zeit das Ektoderm aus Cylinderepithelzellen, die in der dorsalen Mittellinie höher und schmaler als irgend wo anders sind, und große, sich intensiv mit Karmin färbende Kerne mit deutlichen Nucleolis haben. Die Zellen des eingestülpten Entoderms sind ebenfalls cylindrisch, jedoch größer (mit Ausnahme der an den äußersten lateralen Grenzen der Urdarmhöhle liegenden Zellen) als die des Ektoderms. An den Seiten der Urdarmhöhle besitzen sie eine unregelmäßige Gestalt. Die den Boden der Höhle bildenden Zellen sind den eingestülpten Entodermzellen ganz ähnlich, aber nicht so regelmäßig geordnet. Die Hauptmasse der Dotterzellen bleibt von der Vollendung des Furchungsvorganges an unverändert; sie werden allmählich resorbirt und als Nahrungsmaterial verwendet. Bei Larven von 6,5 mm Länge ist das Lumen des Darmkanals ganz frei von Dotterzellen, und bei 7,5 mm langen Larven sind Dotterkörnchen überhaupt nicht mehr zu sehen. Die Zellen des eingestülpten Mesoderms zeigen eine unregelmäßige Gestalt und Anordnung. Sie bilden eine große Masse zu jeder Seite des Embryo; in der dorsalen Mittellinie, mit der Ausnahme der oberen Lippe des Rusconi'schen Afters, fehlen sie gänzlich.

In dem eben jetzt beschriebenen Stadium der Vollendung der Anlage der Keimblätter sind alle Zellen reichlich mit Dotterkörnchen gefüllt, so dass es oft sehr schwierig ist, die Zellengrenzen zu sehen; dieser Zustand persistirt fast während des ganzen embryonalen Lebens; bei den ältesten Embryonen jedoch sind viele Theile des Organismus ganz frei von Körnchen, während solche bei jüngeren Larven noch in den eigentlichen Zellen des Darmkanals und in den Dotterzellen zu treffen sind.

Diese Art der Keimblätterbildung ist der bei Triton zu findenden sehr ähnlich; es ist auch leicht sie in Einklang mit der der Selachier zu bringen; bei diesen hängen die Verschiedenheiten von

der vergrößerten Masse des Nahrungsdotters ab. Die Verhältnisse der beiden Typen sind von Balfour[1] sehr eingehend beschrieben worden.

Meine Darstellung der bei Petromyzon sich findenden Bildung der Keimblätter weicht von der von Calberla[2] gegebenen sehr bedeutend ab. Nach ihm ist die erste Anlage des Embryo eine zweiblättrige und besteht aus primitivem Ektoderm und Entoderm. Letzteres ist durch einen Einstülpungsvorgang entstanden und entspricht in der Mittellinie meinem eingestülpten Entoderm und auf beiden Seiten meinem eingestülpten Mesoderm. Die primäre Keimhöhle (Furchungshöhle oben) ist durch diese Einstülpung zum Verschwinden gebracht, und anstatt derselben wird die sekundäre Keimhöhle (Urdarmhöhle oben) gebildet.

»Beiderseits der Stelle wo über der sekundären Keimhöhle die dort besonders großen Zellen des primären Ekto- und Entoderms zusammenstoßen, beginnen Zellen des Entoderms sich zu theilen. Das Resultat dieser Theilung ist die Bildung des Mesoderms und des sekundären Entoderms. Letzteres formt stets eine geschlossene, meist aus größeren Zellen als die des Mesoderms bestehende Grenze gegen die in der Mitte des Eies gelegenen Furchungselemente, welche, wie oben bemerkt, zum Nahrungsmaterial verwendet werden.«

Calberla sagt nichts Genaueres über die Entstehung der Keimblätter in den ventralen Theilen des Körpers und giebt auch keine Abbildungen dieser Theile. Man muss aber glauben, dass er meint, sie wüchsen um die Peripherie des Dotters von den oben besprochenen Massen herum. Das ist aber nur in der vordersten Gegend des Rumpfes und im Kopf zu treffen. Zum größten Theil sind die ventralen Theile des Mesoderms und fast das ganze Entoderm aus den Dotterzellen gebildet, auf die Weise, die wir schon besprochen haben.

Die Betonung des Unterschiedes zwischen primären und sekundären Keimblättern ist für diese mit Nahrungsdotter gefüllten Eier nicht haltbar. Ursprünglich ist, wie Amphioxus lehrt, die Embryonalanlage eine zweiblättrige, aber durch den Nahrungsdotter sind viele Komplikationen und Veränderungen bedingt, so dass die dorsalen Theile der beiden unteren Keimblätter gleichzeitig aus Blastoderm entstehen und sich als solche von Anfang an erkennen lassen. Die späteren Entwicklungsstadien zeigen, dass die kleineren von

[1] Balfour, Op. cit. pag. 57—64.

[2] Calberla, Morph. Jahrb. Bd. III pag. 245 et seq.

Calberla, als sekundäre entodermale bezeichneten Zellen nichts mit Entoderm zu thun haben, sondern sich zu Muskelzellen und Zellen der pleuroperitonealen Membran entwickeln, während das Entoderm des Mittel- und Hinterdarms sich fast ausschließlich aus den Dotterzellen entwickelt. Das eingestülpte Entoderm wird zum größten Theil in dieser Gegend in die Bildung der Chorda aufgenommen. Die Zellen, welche später zum Epithel des Darmkanals werden, betrachtet Calberla bloß als Nahrungsmaterial. Die ganze Bedenklichkeit seiner Ansicht liegt darin, dass er die Natur der Dotterzellen und der Urdarmhöhle nicht richtig auffasste, indem er glaubte, dass diese Höhle zum Lumen des Darmrohres wird. Mit dieser Ansicht musste er den »Dotterkern« als etwas Fremdes, ein außerhalb des Darmrohres liegendes Nahrungsmaterial betrachten. Wir haben aber schon gesehen, dass diese Dotterzellen dem Entoderm zugehören, dass sie nicht bloß Nahrungsmaterial, sondern auch zum Theil bleibende Elemente bilden. Ferner wird die Urdarmhöhle zum bleibenden Darmlumen nur im Vorderdarm, wo überhaupt kein Dotter ist; aber in den anderen Darmtheilen werden die epithelartigen, den Boden dieser Höhle bildenden Zellen resorbirt, indem das Darmrohr hier den Dottersack vorstellt. Die äußere, nach der Differenzirung des ventralen Mesoderms zurückbleibende Schicht der Dotterzellen bildet das bleibende Epithel des Darms.

Es ist sehr wichtig die Verwandtschaft der Archigastrula, wie sie bei Amphioxus zu treffen ist, mit einem solchen Ei wie dem von Petromyzon zu verstehen. Hierzu muss man nicht bloß die Ähnlichkeiten, sondern auch die Verschiedenheit beider Typen sich klar machen.

Mit Balfour's[1] über das Verhältnis des Frosch-Eies zu dem von Amphioxus mitgetheilten Untersuchungen stimmen meine Resultate in den meisten Punkten überein. Seine Ideen über die Entstehung des Mesoderms bei den verschiedenen Wirbelthieren sind bedeutend gestärkt worden durch die spätere Abhandlung Kowalevsky's[2] über Amphioxus. Es scheint aber nothwendig zu sein, seine Absicht einigermaßen zu modificiren, weil der Unterschied zwischen Frosch und Amphioxus in Bezug auf die Bildung des Mesoderms größer ist als er geglaubt hatte.

Um diese Verhältnisse möglichst klar darzustellen, gebe ich auf

---

[1] Balfour, A comparison of the early Stages of the Development of Vertebrates. Quart. Journ. Microsc. Science. 1875.

[2] Kowalevsky, Weitere Studien über die Entwick. von Amphioxus. Archiv für mikroskop. Anatomie. Bd XIII.

Taf. XI eine Reihe schematischer Figuren, welche Amphioxus, eine hypothetische Form, und Petromyzon darstellen.

In allen den Reihen stellt die erste Figur einen sagittalen Längsschnitt dar, während die zweite und dritte Figur einen Querschnitt abbildet. Bei Amphioxus (Reihe *A*) ist die Eifurchung total und symmetrisch und liefert eine aus gleichartigen Blastomeren bestehende Morula. Die sehr geringe Quantität des Nahrungsdotters ist gleichmäßig vertheilt und stört die Symmetrie[1] gar nicht; in dem nächsten Stadium ist das Blastoderm symmetrisch[1] eingestülpt (Taf. XI Fig. 10), woraus ein zweiblättriger Embryo mit großer, durch den Blastoporus nach außen mündender Urdarmhöhle entsteht. Durch die Bildung des Rückenmarkes wird das Entoderm in der Mittellinie nach unten gedrängt, während dieses Blatt seitlich seine ursprüngliche Höhe hat. Die Seitenfalten sind wirkliche Ausstülpungen des Urdarmes und enthalten eine Fortsetzung der Urdarmhöhle; sie zerlegen sich durch Querspalten unmittelbar in die Urwirbel und ihre Höhlen gehen unmittelbar in die der Urwirbel über. Kowalevsky[2] sagt nichts Sicheres über das spätere Schicksal dieser Höhlen, er findet es aber möglich, dass sie die Leibeshöhle entwickeln. Jedenfalls erscheint die Leibeshöhle, wenn sie erst deutlich wird, in Gestalt zweier lateral nicht in Zusammenhang mit einander stehender Spalten, welche sich erst später ventral vereinigen, um die einheitliche Leibeshöhle zu bilden.

Um sich das Verhältnis dieses einfachen Eies zu dem von Petromyzon vorzustellen, können wir eine hypothetische Zwischenform aufstellen (Taf. XI Reihe *B*). Die erste Figur dieser Reihe nehmen wir mit Modifikationen von Balfour's Plate X Fig. *B* (loc. cit.). In dieser Form hat sich die Quantität des Nahrungsdotters vermehrt, wenn auch nicht so sehr wie beim Petromyzon-Ei. Durch die Nothwendigkeit dieses Nahrungsmaterial auf der ventralen Seite des Körpers zu haben, sind die Zellen des unteren Eipols damit gefüllt. Wenn das Material ein gewisses Maß überschreitet, so müssen die Zellen sich nicht bloß vergrößern, sondern sich auch theilen und auf Kosten der Furchungshöhle eine mehrschichtige Lagerung und Ausdehnung nach oben einnehmen. Nahrungsmaterial ist passiv

[1] Die Bezeichnung »Symmetrie« »symmetrisch« bezieht sich hier nicht auf eine Medianebene sondern auf das Vorn und Hinten der Körperanlage. Anm. d. Red.

[2] Kowalevsky, Weitere Stud. über die Entw. von Amphioxus lanc. Archiv für mikroskop. Anatomie. Bd. XIII pag. 185.

und folglich theilen sich die mit demselben gefüllten Zellen langsamer als die mit reinem Protoplasma gefüllten. Wie Balfour sagt (p. 216): »In eggs in which the distribution of food material is not uniform, segmentation does not take place with equal rapidity in all parts of the egg, but its rapidity is, roughly speaking inversely proportional to the quantity of food material«. Die nächstfolgende Einstülpung (Fig. 48) muss etwas asymmetrisch sein, um den Dotter auf der ventralen Seite zu behalten: wenn sie symmetrisch wäre, so würde das Nahrungsmaterial unter der ganzen Peripherie des Embryo liegen. Da die Einstülpung am dorsalen Rande der größeren Zellen stattfindet, müssen die kleineren Zellen die größeren am ventralen Theile umwachsen. Wie Balfour gezeigt hat, ist diese Umwandlung der Einstülpung in eine Umwachsung eine nothwendige Folge der Vergrößerung der Zellen am unteren Pole des Eies.

Balfour lässt bei dieser hypothetischen Form das Mesoderm gleichzeitig mit der Einstülpung entstehen, ganz wie beim Frosch. Nach unseren gegenwärtigen Kenntnissen von Amphioxus ist es besser, die hypothetische Form als einen zuerst zweiblättrigen Embryo aufzustellen. Das Mesoderm entsteht, dieser Ansicht nach, als laterale solide Wucherung des eingestülpten Entoderms (Taf. XI Fig. 49 *As*). Diese Veränderung hängt ab von der Vermehrung des Nahrungsmaterials, wodurch die Räume beschränkt, die Entwicklungsvorgänge an den dorsalen Theilen relativ beschleunigt und die an dem ventralen Theile verzögert werden. Auch bei dieser Form ist die Leibeshöhle zuerst paarig und jede Höhle erstreckt sich bis zur Spitze der Mesodermplatte. Die späteren Vorgänge sind ganz wie bei Amphioxus. Der große Unterschied besteht darin, dass die Leibeshöhle erst später entsteht und nie einen Zusammenhang mit der Urdarmhöhle hat. Ein neu aufgetretener Vorgang erscheint in der theilweisen Differenzirung des Mesoderms aus Dotterzellen (Fig. 50 *DM*), wie es auch bei Petromyzon der Fall ist. Da aber der Dotter jener Zwischenform keine so große Ausdehnung hat, kommt diesem neuen Vorgang nicht dieselbe Bedeutung zu und bei Weitem der größte Theil des Mesoderms entsteht von den oben erwähnten soliden Wucherungen des eingestülpten Entoderms. Dieses muss der Fall sein, weil die Dottermasse keinen so großen Theil der Peripherie des Eies einnehmen kann und weil auch die Ausdehnung von vorn nach hinten eine beschränktere ist.

Bei Petromyzon (Taf. XI Reihe *C*) ist die Quantität des Nahrungsdotters noch mehr vergrößert: die Furchungshöhle ist enger

geworden und die untere Eihälfte wird durch viele Zellenreihen gebildet. Der Unterschied zwischen den großen und den kleinen Zellen tritt sehr frühzeitig auf. Mesoderm und Entoderm sind in der dorsalen Gegend durch die dorsale asymmetrische Einstülpung gebildet. In den ventralen Theilen des Dottersackes entstehen sie durch Differenzirung der Dotterzellen. In diesem Fall sind die dorsalen Vorgänge noch mehr beschleunigt und das Mesoderm differenzirt sich noch früher. Auch hier sind also die Veränderungen von der Volumsvergrößerung ableitbar. Durch die mächtige Ausdehnung der Dottermasse ist die Urdarmhöhle sehr verengt und bietet keinen Raum für die bei Amphioxus beobachteten Vorgänge, während die größere Thätigkeit der kleinen von Dotterkörnchen verhältnismäßig freien Zellen, welche später zu den unteren Keimblattzellen werden (d. h. nicht die großen Dotterzellen des Entoderm, sondern die das eingestülpte Entoderm und Mesoderm entwickelnden Zellen), die raschere Bildung des Mesoderms verursacht. Dieses wird verständlich wenn wir annehmen, dass in dem Maß, als die Dotterzellen des Entoderms, oder vielmehr die der unteren Eihälfte, die Zellen der oberen Eihälfte übertreffen, die Entwicklungsvorgänge der kleineren Elemente rascher als die der größeren stattfinden. In Folge dessen ist das dorsale Mesoderm gleichzeitig mit der Einstülpung differenzirt (Fig. 61).

Auch in diesem Fall entsteht das Mesoderm in Form zweier lateraler von einander unbhängiger Massen. Die später stattfindende Spaltung des Mesoderms bildet wie vorher eine paarige Leibeshöhle, deren Theile erst viel später zusammenfließen. Die Spaltung des Mesoderms erstreckt sich bis zur Spitze der Platten; die Höhlen der Urwirbel sind also Fortsetzungen der Leibeshöhle, ganz wie bei Amphioxus. Die ganze Anordnung des Mesoderms erscheint durch die Beziehungen zum Entoderm — der Wand des Urdarms — wie eine Ausstülpung derselben.

In der Ventralregion sind die Verhältnisse andere. Durch die Vergrößerung des Dotters giebt es eine weit größere Strecke an der die Einstülpung durch Umwachsung ersetzt werden muss. Als Correlate dieses Verhältnisses finden wir Anpassungen der Bildungsweise des Ento- und Mesoderms, welche hier durch Differenzirungen der Dotterzellen entstehen.

Die Vergleichung der Eier verschiedener Gruppen lehrt uns, dass je mehr das Nahrungsmaterial sich vergrößert hat, desto mehr die Einstülpung durch die Umwachsung ersetzt wird; bis in den

großen meroblastischen Eiern nur noch der letztere Vorgang zu treffen ist. Bei manchen solchen Eiern soll eine wirkliche Einstülpung stattfinden. Nach den zuverlässigsten Untersuchungen ist dieses jedoch nicht der Fall. Bei allen diesen Typen jedoch behalten die Embryonen Spuren des primitiveren Zustandes. Solche z. B. sind der neuro-enterische Kanal bei Reptilien[1], Vögeln[2] und Selachiern, die paarige Anlage des Mesoderms u. s. w.

Wir können also nicht nur die Ähnlichkeiten, sondern auch die Unterschiede zwischen den Eiern von Amphioxus und Petromyzon genügend erklären. Die Unterschiede hängen alle ab von Vermehrung der Dotterelemente und Volumsvergrößerung des Eies. (Natürlich betrifft diese Bemerkung nur die beiden Typen gemeinsamen früheren Stadien.) Die auf Amphioxus, Triton, Petromyzon und die Selachier sich beziehenden Untersuchungen konstatiren völlig Balfour's Meinung über die Entstehung des Mesoderms: »The tendency of our present knowledge appears to be in favour of regarding the body cavity in Vertebrates as having been primitively the cavity of alimentary diverticula, and the mesoblast as having formed the walls of the diverticula«. Diese Ansicht scheint um so mehr gerechtfertigt, als sie von Zuständen bei Wirbellosen abstrahirt ward, bevor noch die wichtigen Thatsachen der Entwicklung von Amphioxus bekannt waren. Sie wird besonders durch die Untersuchungen von Kowalevsky[3] und Bütschli[4] über Anneliden und Chaetognathen gestützt.

Die oben gegebenen Ansichten über die Gastrula-Verwandtschaften finden ferner eine Stütze in einer parallelen durch allmähliche Vermehrung der Dotterelemente bedingten Reihe von Modifikationen unter den Würmern. Diese Reihe ist in der oben citirten Arbeit Kowalevsky's zu finden. Sie ist folgende: Bei Sagitta ist die Furchung ganz symmetrisch und liefert gleichartige Furchungskugeln. Die Einstülpung ist symmetrisch und bildet einen zweiblättrigen Embryo. Das mittlere Keimblatt entsteht, wie bei Amphioxus, aus zwei lateralen Divertikeln der Darmhöhle (Taf. VII,

[1] Balfour, Early Devel. of the Lacertilia. Quart. Journ. Microsc. Sc. 1879. pag. 421 ff.

[2] Gasser, Der Primitivstreif bei Vogelembryonen. Marburg. 1878. Braun, Verhandl. d. phys. med. Ges. zu Würzburg. N. F. Bd. XIV.

[3] Kowalevsky, Mém. de l'Acad. de Sc. de St. Pétersbourg. VII. Série Tome XVI No. 12. 1871.

[4] Bütschli, Sagitta. Zeitschrift für w. Zool. Bd. XXIII pag. 409—413.

Bei Lumbricus (Taf. XII) ist etwas Nahrungsmaterial vorhanden, so dass die Furchung inäqual ist; die Quantität des Dotters ist aber geringer als bei unserer hypothetischen Zwischenform. Obgleich die Menge der Dotterelemente so klein ist, entsteht das Mesoderm aus Wucherungen des Entoderms, welche sich später ganz wie die alimentären Divertikel von Sagitta entwickeln, und spalten, um die zuerst paarige Leibeshöhle zu bilden u. s. w. Bei Euaxes ist eine enorme Menge Dotterkörnchen vorhanden (Taf. X) und die erste Theilung liefert somit eine große und eine kleine Kugel. Hier ist das Mesoderm schon am Ende des Furchungsvorganges vorhanden. Die spätere Entwicklung des Mesoderms ist ähnlich der bei den anderen angeführten Typen der Würmer. Es ist paarig, hat keine Ausdehnung über die Mittellinie u. s. w. Wie Kowalevsky uns aufmerksam macht, ist die Einstülpung in diesem Fall vollständig durch Umwachsung ersetzt und dieses Ei entspricht genauer dem der von Balfour aufgestellten hypothetischen Form zwischen den Selachiern und Amphibien, als dem der Petromyzonten.

Ich muss es betonen, dass ich keinen phylogenetischen Zusammenhang zwischen diesen drei Typen aufstelle, sondern sie nur anführte um zu zeigen, dass auch bei den Würmern ähnliche Veränderungen durch ähnliche Momente verursacht sind. Diese Würmer bilden aber eine parallele Reihe von ansehnlicher Wichtigkeit.

Ein anderer wichtiger Punkt betrifft das Verhalten der Urdarmhöhle zum Lumen des Darmkanals. Im Kopfdarm sind die Verhältnisse genau wie bei Amphioxus. Der Kopf ist ein sehr alter Theil des Organismus, in der That der erste vom Blastoderm sich erhebende, und in demselben finden wir nur das eingestülpte Ento- und Mesoderm. Das Lumen des Kopfdarmes ist eine Fortsetzung der Urdarmhöhle, welche keine Änderungen, eine Verlängerung ausgenommen, erlitten hat. Der Mitteldarm hingegen zeigt viele Veränderungen, weil hier die Anhäufung der Dotterzellen primitivere Verhältnisse gestört hat. Diese großen Dotterzellen sind durch Wucherung der primitiven Entodermzellen producirt und sind also den ventralen Zellen von Amphioxus homolog. Später ist die Urdarmhöhle in dieser Gegend verdrängt, die Dotterzellen werden allmählich resorbirt und eine neue Höhle entsteht, welche von der äußeren Schicht der Entodermzellen umgeben wird. In dieser Gegend sind Darmhöhle und die meisten Entodermzellen denen von Amphioxus inkomplet homolog. Diese Modifikation ist noch weiter bei den mit großem Dottersack versehenen Thieren fortgeschritten.

In Bezug auf Mund- und Afterbildung stimmt Petromyzon mit anderen Wirbelthieren ganz überein. Wir werden sehen, dass jene Organe sich von Neuem bilden und dass keines von beiden etwas mit dem Blastoporus zu thun hat. Ich kann also BENECKE's[1] Behauptung, dass der Rusconi'sche After sich schließt und ein neuer sich entwickelt, völlig konstatiren.

Prof. KUPFFER[2] hat kürzlich seine Ansichten über die Gastrula der höheren Wirbelthiere mitgetheilt, von welchen die oben angeführten wesentlich abweichen. Wir wollen in Folge dessen die KUPFFER'sche Meinung einer sorgfältigen Prüfung unterziehen. Kurz zusammengefasst enthält die KUPFFER'sche Ansicht folgende Punkte:

1) An der Keimscheibe des Eies von Lacerta agilis und Emys europaea bildet sich ein centraler Embryonalschild; innerhalb dieses Schildes und in der Nähe des Randes erfolgt dann eine Einstülpung des Ektoderms, welche einen gegen den Dotter vorragenden Blindsack bildet. Die Öffnung dieses Sackes betrachtet er als Blastoporus, seine Höhle als Gastrulahöhle (Urdarmhöhle). Die Medullarwülste schließen sich über der Öffnung, wie dieses beim Frosch stattfindet und so entsteht eine Kommunikation zwischen Gastrulahöhle und Medullarrohr. Diese Einstülpung, glaubt er, wird unmittelbar zur Allantois. 2) Er findet bei den Schlangen, dass die Darmanlage erst nachträglich in Kommunikation mit der Allantois und durch diese mit dem Neuralkanal tritt. »Es stellt also das Epithel der Allantois das primäre Entoderm der Reptilien dar. Epithelsack der Allantois und Entodermsack der Gastrula des Amphioxus sind homolog.« 3) Er findet dieselben Verhältnisse beim Hühnchen wie bei den Reptilien. 4) Bei Salamandrinen und Batrachiern findet er, dass die Medullarwülste sich über dem Blastoporus schließen und dass die Urdarmhöhle, ganz wie bei den von ihm beschriebenen Reptilien, mit dem Nervenrohr kommunicirt. 5) Bei den Teleostiern besteht ebenfalls eine Einstülpung im Blastoderm, welche ein helles Bläschen bildet. Von diesem Bläschen verläuft eine feine Spalte, welche in den soliden Medullarstrang hineinzieht und bis zur Oberfläche zu verfolgen ist; die Zellen, welche innerhalb des Stranges die Spalte begrenzen, schließen sich kontinuirlich an das Epithel der Blase an. Später verschwindet die Blase gänzlich. Darauf hin be-

[1] Von KUPFFER (s. unten) auf pag. 593 angeführt.

[2] Die Entstehung der Allantois und die Gastrula der Wirbelthiere. Zool. Anzeiger 1879. No. 39, 42 u. 43.

hauptet er: »Die Allantois der Knochenfische repräsentire das Urentoderm derselben«. Das Urentoderm betheiligt sich in keiner Weise an der Bildung des Darmes; das Epithel des Darmes stammt vielmehr von freien im Rindenprotoplasma des Dotters entstandenen Zellen, welche er als sekundäres Entoderm bezeichnet. 6) Bei den Selachiern wiederholt er die von Balfour gegebene Schilderung, der Blastoporus ist von den Rückenwülsten eingeschlossen und dadurch ein Canalis neuro-entericus gebildet. »Es findet keine grubenförmige, sondern eine rinnenartige Einstülpung statt,« während freie Zellenbildung einen großen Theil des Darmkanals entwickelt. 7) Bei den Sauropsiden liegt der Embryo central im Blastoderm, aber bei Amphibien, Fischen und Sauropsiden »erfolgt die Einstülpung excentrisch am Schild und es bildet sich der Embryo vom Rande des Schildes aus gegen die Mitte hin.« 8) Endlich citirt er Bischoff's Angaben über die Bildung der Allantois beim Meerschweinchen, welche von Hensen bestätigt wurden, und welche auch mit Kupffer's Beobachtungen über das Reptilien-Ei übereinstimmend sind.

Wenden wir uns jetzt zu der Besprechung dieser Ansicht: dieselbe läuft darauf hinaus, dass bei den Knochenfischen und Amnioten der Darm ganz de novo entstanden ist, während der Urdarm, welcher dem Darm der Amphibien entspricht, zur Allantois geworden sei. Solch eine Umwandlung hat große theoretische Schwierigkeiten, welche nur die überzeugendsten Beweise wegzuräumen vermögen. Sind solche Beweise vorhanden?

1) Die von Kupffer als wichtigst angeführten Thatsachen sind seine eigenen Untersuchungen über das Reptilien-Ei. Diese Thatsachen (?) werden aber von Balfour[1] ausdrücklich geleugnet, und obgleich Kupffer sie gegen den Balfour'schen Einwand vertheidigt, so können sie doch nicht als festgestellt betrachtet werden. Nach Balfour[2] ist der durch Einstülpung gebildete Sack nicht blind, sondern er hat eine Öffnung in die Darmhöhle und in Folge dessen bildet diese Einstülpung einen Gang von Rückenmark zum Darmrohr, d. h. einen Canalis neuro-entericus. »The neurenteric passage persists but a very short time after the complete closure of the medullary canal. It is in no way connected with the allantois as conjectured by Kupffer and Benecke, but the allantois is formed, as I have satisfied myself by longitudinal sections of a later stage. in

[1] Quarterly Journal Micr. Sc. 1879. pag. 421 ff.

[2] Balfour, loc. cit.

the manner already described by Dobrynin, Gasser and Kölliker for the bird and mammal.«

Wenn wir auch zugeben, dass Balfour den geschlossenen Grund des Sackes vermisst hat, so berührt Kupffer nicht die positiv angeführte Thatsache, welche von späteren Stadien festgestellt ist, dass die Allantois durch eine Ausstülpung von dem Darm gebildet wird.

2) Auch unter den Vögeln findet er einen »Canalis myelo-allantoideus« und glaubt, dass auch hier eine blinde Einstülpung des Blastoderms ihn bilde und später zur Allantois werde. Diese Ansicht wird aber durch die Untersuchungen von Gasser und Braun bestritten (wie Kupffer selbst uns aufmerksam macht), nach welchen diese Einstülpung in den Darm einmündet und einen Canalis neuro-entericus bildet, gerade wie von Balfour bei den Lacertilien gefunden wurde. Da dieser Kanal eine Verbindung zwischen Medullarrohr und Kloake bildet und da ferner die Allantois als eine Ausstülpung von der Kloake sich entwickelt, so ist es kaum merkwürdig, dass eine Kommunikation zwischen der Allantois und dem Medullarrohr entstehen sollte. Offenbar beweisen die von Kupffer erwähnten Schnitte, welche diesen Zusammenhang zeigen, für seine Ansicht nichts von Bedeutung.

3) Dass bei den Schlangenembryonen die Allantois mit dem Darmkanal später als mit dem Medullarrohr in Zusammenhang steht, erlaube ich mir, da die Kupffer'schen Beobachtungen über Eidechsen und Vögel von anderen Forschern bestritten sind, gegenwärtig wenigstens als noch nicht völlig sicher anzusehen.

4) Bezüglich der Knochenfische hat Balfour schon dagegen protestirt, dass man diese Gruppe als Stütze für zweifelhafte Ansichten benutzen sollte, weil durch die Verminderung des Nahrungsdotters so viele Komplikationen aufgetreten seien, dass die Knochenfische selbst in diesen Beziehungen sehr problematisch wären. Ich mache keine Ansprüche die angeführten Thatsachen in der Entwicklung der Knochenfische zu erklären, ich kann aber nicht sehen, dass sie die Hypothese, welche wir jetzt besprechen, wesentlich stützen. Es wäre allerdings höchst merkwürdig, wenn bei den Knochenfischen das ganze Darmepithel aus ungefurchtem Dotter frei entstehen sollte, und wenn auch wahr, so zeigte es nur, wie abweichend die Teleostier von den anderen Typen sind und wie sehr bei Vergleichungen solcher differirender Formen Vorsicht nöthig ist.

5) Für die Selachier scheint Kupffer Balfour's Beschreibung

nicht völlig verstanden zu haben, denn dieser Forscher stellt ausdrücklich und wiederholt in Abrede[1], dass eine Spur von Einstülpung bei diesen Thieren vorhanden sei und behauptet hingegen, dass das Lumen des Darmkanals durch einen Spaltungsvorgang entstehe. In diesem Fall sollte nach der KUPFFER'schen Ansicht irgend ein dem Urentoderm entsprechendes Bläschen vorhanden sein. Ein solches ist aber nicht zu treffen.

6) Das Meerschweinchen ist bezüglich seiner Entwicklung eines der unverständlichsten Objekte, die es überhaupt giebt, so anormal, dass man sehr vorsichtig sein muss Schlüsse daraus zu ziehen. Es ist einer der Fälle, welche selber der Erklärung bedürfen und kaum Erklärung für andere Fälle liefern können. BISCHOFF's Angabe sagt übrigens nicht, dass die Allantois durch eine Einstülpung des Blastoderms gebildet werde, und die Untersuchungen SCHÄFER's[2] zeigen, dass Andeutungen eines Canalis neuro-entericus vorhanden sind. Die Verhältnisse stimmen also vielmehr überein mit denen der Lacertinen (BALFOUR) und Vögel (GASSER, BRAUN).

Die KUPFFER'sche Ansicht stützt sich also auf keine unbestrittenen Thatsachen (mit der möglichen Ausnahme der Schlangen), welche von einer normalen, verständlichen Gruppe genommen werden und lässt die Verhältnisse bei den Selachiern ganz unerklärt. Es ist dagegen von großer Bedeutung, dass die unabhängigen Beobachtungen von BALFOUR, GASSER, BRAUN und SCHÄFER sämmtlich sehr klar jener Hypothese widersprechen und zu gleicher Zeit einen übereinstimmenden Zustand bei allen den untersuchten Typen aufdeckten. Eine solche Umwandlung, wie sie jene Hypothese will, lässt sich gar nicht praktisch denken: die Hypothese lässt unverständlich die ganze Neubildung des Darmkanals und die Verhältnisse zwischen holoblastischen und meroblastischen Eiern.

Ferner spricht gegen jene Ansicht eine positive Thatsache ganz entschieden, nämlich die, dass bei den Amphibien, welche eine sehr vollkommene Einstülpung besitzen, das Homologon der Allantois schon anderwärts vorhanden ist, ohne dass es von jener Einstülpung direkt ableitbar wäre, d. h. die Harnblase. Es kann also hier nicht mehr die Rede sein von einer Homologie des ganzen Darmkanals mit der Allantois. Die von mir gegebene Auffassung über die

[1] The Development of Elasmobranch Fishes, z. B. pag. 63 u. v. a.

[2] A Contribution to the Hist. of the Development in the Guinea-pig. Journ. of Anat. a. Phys. XI pag. 332.

Gastrula-Verhältnisse der holoblastischen und meroblastischen Eier bietet keine solchen Schwierigkeiten dar, sie erklärt einfach die Thatsachen und wird durch die Existenz einer parallelen Reihe von Modifikationen unter den Würmern gestützt.

Drittes Kapitel.

Das Entoderm.

In diesem Kapitel behandeln wir die Entwicklung der Chorda dorsalis und des Darmkanals mit seinen Anhangsorganen. Zu gleicher Zeit schließen wir einige Entwicklungsvorgänge an, welche, obgleich sie den Darmkanal betreffen, eigentlich anderen Keimblättern zugehörig sind.

Chorda dorsalis.

Die Entwicklung dieses Organs ist von CALBERLA[1] sehr ausführlich und genau beschrieben worden. Da die Entstehung der Chorda eine viel bestrittene Frage ist, so habe ich die CALBERLA-schen Angaben einer sorgfältigen Kontrolle unterworfen und kann diese Angaben nur konstatiren. Da ich jedoch von seiner Meinung über die Bedeutung der lateralen Zellenmassen wesentlich abweiche, gebe ich eine kurze Geschichte der Bildung der Chorda, um dieselbe mit meiner oben ausgesprochenen Ansicht über die Bildung der Keimblätter in Einklang zu bringen.

Bei der Vollendung des Einstülpungsvorgangs haben wir einen Embryo vor uns, welcher in der dorsalen Mittellinie zweiblättrig, auf den Seiten hingegen dreiblättrig ist (Taf. VIII Fig. 12 und 13). Die einzige Ausnahme von diesem Zustand liegt gerade in der oberen Lippe des Blastoporus, wo das Mesoderm sich über die Mittellinie fortsetzt. Diese Anordnung reicht aber nur eine sehr unbedeutende Strecke nach vorn und wird keine Gefahr der Verwirrung darbieten, weil die Mesodermzellen keine Ähnlichkeit mit den eingestülpten Entodermzellen haben, und von denselben mit einem Blick unterscheidbar sind. Die regelmäßige Anordnung in der dorsalen Mittellinie ist also die (Taf. VIII Fig. 12 *Ec, M*): Nach außen liegt die einfache Lage der cylindrischen und keilförmigen Ektodermzellen, nach

[1] Morph. Jahrbuch Bd. III pag. 237—260.

innen die gleichfalls einfache Lage der Entodermzellen, welche aber erheblich größer als die Zellen des Ektoderms sind. Lateral krümmen sich diese eingestülpten Entodermzellen nach unten und gehen in die Dotterzellen über: sie umschließen so die Urdarmhöhle nach oben und lateral. Im nächsten Stadium entsteht die erste Anlage des Rückenmarkes und drängt die Entodermlage etwas nach unten: zu gleicher Zeit treten einige der eingestülpten Entodermzellen etwas näher zusammen (Taf. VIII Fig. 14 *Ch*) und auf beiden Seiten erscheint eine sehr schmale Spalte, welche diese Zellen von den anderen trennt. Die in dieser Weise ausgezeichneten Zellen bilden die erste Anlage der Chorda und gehen aus der Mehrzahl, doch nicht allen Zellen des eingestülpten Entoderms hervor. Die Chordazellen werden höher und schmaler, so dass die Chorda in toto viel schmaler als vorher wird und zu gleicher Zeit fangen die übrigen Entodermzellen an, welche sich ziemlich rasch getheilt haben, unter die Ränder der Chordaanlage zu wandern, und dieselbe von der Urdarmhöhle zu trennen. Diese Trennung geht ganz rasch vor sich und bald erscheint die Chorda als ein prismatischer, solider aus einer einzigen Schicht Zellen bestehender Strang, welcher durch die ganze Länge des Körpers verläuft und nach oben vom Medullarrohr, nach unten vom Darmepithel und an den Seiten von den Mesodermplatten begrenzt wird (Taf. VIII Fig. 15 *Ch*).

Die nächste Stufe ist die Theilung der Chordazellen, welcher Vorgang eine Anzahl kleinerer unregelmäßig vieleckiger Zellen liefert (Taf. VIII Fig. 16 u. 17), welche sich dann bald radial anordnen. In diesem Zustand persistiren sie während mehrerer der folgenden Stadien. Anfänglich sind die Chordazellen wie die des Embryo überhaupt reichlich mit Dotterkörnchen gefüllt, und bei Embryonen des 14.—15. Tages, zu welcher Zeit die Zellgrenzen sehr undeutlich werden, ist es oft unmöglich die Anordnung der Zellen aufzufinden. Dieser Zustand dauert nicht lange und die Dotterelemente werden bald assimilirt; zu derselben Zeit beginnt die Vacuolisation der Chordazellen und schon bei Embryonen des 16. Tages ist der Vorgang fast fertig. Die Vacuolisation ist ganz dieselbe wie bei anderen Gruppen und bedarf keiner besonderen Erklärung (Taf. IX Fig. 24 *Ch*). Da die Chorda aus dem Entoderm entsteht, so hat sie zuerst eine gleiche Ausdehnung mit demselben. Mit der Abschnürung der Chorda beginnt für sie ein selbständiges Wachsthum und sie ragt nach vorn bedeutend über das blinde Ende des Darmkanals vor (Taf. X Fig. 33 *Ch*). Mit der durch das ungleiche Wachsthum der Hirntheile

veranlassten Kopfbeugung wird das vordere Ende der Chorda ebenfalls gekrümmt und zwar in einem Winkel von fast 90°. In diesem Zustand findet sich die Spitze der Chorda zur Zeit des Auskriechens aus dem Ei.

Wenn ich auch mit den Angaben Calberla's völlig übereinstimme, so kann ich doch seine Folgerungen nicht annehmen, so weit sie von seiner Ansicht über die Homologie der Keimblätteranlagen abhängige sind. Er meint nämlich, dass die Chorda aus primitivem Entoderm, nicht aus Mesoderm aber auch nicht aus dem sekundären Entoderm entsteht. Meiner Auffassung der Keimblätter zufolge ist aber die Unterscheidung zwischen primärem und sekundärem Entoderm bei dem Petromyzon-Ei eine unrichtige. Der Befund bei Petromyzon, welchen Calberla nicht in Einklang mit den von Balfour bei den Selachiern festgestellten Zustand bringen konnte, bietet gar keine Schwierigkeit und lässt sich nicht nur mit den Selachiern, sondern auch mit vielen anderen Gruppen, welche eine entodermale Entstehung der Chorda darbieten in vollkommene Harmonie bringen.

Bekanntlich herrschen unter den Embryologen die verschiedensten Ansichten über die Bildung der Chorda dorsalis, einige lassen sie aus Mesoderm, andere aus Entoderm und noch andere aus Ektoderm entstehen. In der Entwicklung der Chorda bei Petromyzon giebt es drei besonders hervorzuhebende Punkte. 1) Die Chorda wird aus dem eingestülpten Entoderm gebildet. 2) Die zu diesem Zweck gebrauchten Entodermzellen bilden zuerst einen Theil der oberen Wandung der Urdarmhöhle. Die Chordazellen sind durch den von der eigenthümlichen nach innen vorspringenden Medullarrohranlage veranlassten Druck abgeplattet, demnach setzt sich das Lumen der Urdarmhöhle nicht in die Chordaanlage hinein fort. Die wichtigste Thatsache ist, dass die Chorda nur aus Entoderm gebildet wird und keine Mesodermelemente enthält.

Diese entodermale Entstehung der Chorda wurde zuerst von Balfour[1] für die Selachier nachgewiesen (loc. cit. pag. 96). Seitdem ist dieselbe für eine große Zahl der Vertebraten erwiesen, welche Thatsachen für die Balfour'sche Auffassung der Chorda als entodermales Organ eine starke Stütze bilden. Bei Amphioxus[2], Pe-

[1] A preliminary Acit of the development of Elasmobranch Fishes. Quart. Journ. Micr. Sc. 1874.

[2] Kowalevsky, Archiv für mikrosk. Anat. Bd. XIII.

tromyzon[1], den Selachiern[2], den Knochenfischen[3], den Urodelen[4], den Eidechsen[5] und den Säugethieren[6] ist die Chorda unleugbar entodermal. Für die Batrachier giebt Calberla das Gleiche an, während Götte eben so positiv dieses leugnet. Jedenfalls haben die Batrachier keinen großen Werth für diese Frage, weil bei ihnen die Zellen der verschiedenen Keimblätter einander so ähnlich, so zahlreich und so dicht an einander gedrängt sind, dass es sehr schwierig ist die Lagen von einander zu unterscheiden. Diese Gruppe müssen wir also als eine zweifelhafte aus dem Spiele lassen. Aber wichtig für die Entscheidung dieser Frage ist die Thatsache, dass bei all jenen Typen, welche klare Vorgänge darbieten und eine genaue Verfolgung dieser Bildung von Anfang an gestatten, die Chorda eine unzweifelhaft entodermale Entstehung hat.

Beim Hühnchen, obgleich eines der vielfachst untersuchten Gegenstände, sind die Erscheinungen der Chordabildung höchst unklar und die von diesem Thier gewonnene Idee, dass die Chorda wesentlich mesodermal sei, hatte einen bedeutenden Einfluss auf die Embryologie ausgeübt, so dass man dieselbe Bildungsweise auch bei den übrigen Typen annahm. Aber die höheren Amnioten sind kaum als günstige Objekte primitiver Verhältnisse anzusehen, da die von dem Primitivstreif herbeigeführten Komplikationen eine richtige Beurtheilung ungemein schwierig machen. Wir müssen uns also zu den niederen und einfacheren Gruppen wenden. Mit Ausnahme der Batrachier treffen wir überall dasselbe. Amphioxus, die Cyclostomen, Selachier, Knochenfische und Urodelen, so weit sie bekannt sind, konstatiren übereinstimmend die entodermale Bildung der Chorda. Diese Übereinstimmung wird um so wichtiger und auffallender, wenn wir die Art der Entstehung der Chorda bei diesen verschiedenen Abtheilungen betrachten. Bei Amphioxus sendet das Entoderm drei Divertikel ab, zwei laterale als Mesodermanlage, einen medianen als Anlage der Chorda. Das Lumen der Darmhöhle setzt sich in die Chordaanlage fort, welche etwas später von dem übrigen Entoderm abgeschnürt wird und deren Zellen sich radial anordnend die Höhle verdrängen. Bei den mit Nahrungsdotter ausge-

---

[1] Calberla, Morph. Jahrbuch Bd. III pag. 245 u. ff.
[2] Balfour, loc. cit.
[3] Calberla loc. cit.
[4] Scott & Osborn, loc. cit.
[5] Balfour, Quarterly Journ. Micr. Sc. July 1879. pag. 422.
[6] Hensen, Zeitschr. für Anat. u. Entwick. Bd. I pag. 316.

füllten holoblastischen Eiern sind die Verhältnisse etwas verändert. Die Bildung des Mesoderms ist beschleunigt, während die Chordabildung davon nicht betroffen wird. Bei Triton ist die Entstehungsweise der Chorda fast durchaus dieselbe wie bei Amphioxus und das Lumen der Urdarmhöhle setzt sich unmittelbar in die Anlage der Chorda fort, während die Abschnürung und radiale Anordnung der Zellen an den Zustand bei Amphioxus erinnern. Bei Petromyzon ist die Übereinstimmung nicht so deutlich ausgeprägt, weil die Modifikationen der Bildungsweise des Medullarrohres eine Veränderung der Chorda veranlasst haben; aber der einzige Unterschied liegt doch nur darin, dass durch Druckwirkung von Seite des Rückenmarkes die Chorda als ein flacher Strang abgeschnürt wird und dadurch kein Lumen erhält. Bei den Selachiern und Knochenfischen wird derselbe Effekt durch die vermehrte Menge des Dotters erzeugt und die Chorda entsteht als eine solide Anlage.

Das von allen niederen Gruppen abgegebene Zeugnis zeigt die Chorda als entodermales Organ. Die einzigen höheren Abtheilungen, bei welchen wir eine zusammenhängende Geschichte des Organes besitzen, Säugethiere und Eidechsen, stimmen mit dieser Angabe ganz überein. Auf der anderen Seite sind die einzigen Beispiele, welche für die entgegengesetzte Ansicht angeführt werden können, zweifelhaft und unvollkommen, und diese Beispiele sind alle (die Batrachier ausgenommen) von den höheren am meisten modificirten Abtheilungen genommen.

Ferner besitzt ein homologes Organ außerhalb des Wirbelthierstammes ebenfalls eine Entstehung aus dem Entoderm, d. i. die Chorda bei den Ascidien, wie die Untersuchungen Kowalevsky's und Kupffer's gezeigt haben. Wir haben also wenigstens eine Form aus jeder der großen Abtheilungen der Vertebraten, bei welcher die Chorda eine entodermale Entstehung hat: auf der anderen Seite keine, bei welcher unbezweifelbare Beobachtungen für die Entstehung der Chorda aus Mesoderm vorlägen. Somit erscheint die Balfour'sche Ansicht weitaus am sichersten begründet.

Ein ähnlicher Fall, in welchem die früher allgemein herrschende Ansicht von mesodermaler Entstehung plötzlich als unhaltbar erschien, ist die Frage der Bildung der Nerven, welche, wie die Untersuchungen von Balfour zuerst bewiesen, nur aus Ektoderm sich entwickeln.

Der Darmkanal.

Die erste Anlage des Darmkanals wird durch die schon er-

wähnte Einstülpung des Blastoderms gebildet, welche die Furchungshöhle verdrängt und eine neue spaltähnliche Höhle bildet (Taf. VIII Fig. 11 *UD*, 12—21 *UD*). Diese ist die Urdarmhöhle, welche theilweise zur bleibenden Verdauungskavität sich entwickelt und theilweise später verdrängt wird. Bei ihrer ersten Entstehung ist die Höhle ein enger, vorn blind endender Kanal, welcher eben da am breitesten ist, hinten durch den Rusconi'schen After (Blastoporus) nach außen mündet. Dicht an dem Blastoporus ist die Höhle ganz breit, aber in der mittleren Gegend bildet sie nur eine Spalte, die bei manchen Embryonen kaum wahrzunehmen ist. Nach oben und vorn ist diese Höhle von den eingestülpten Entodermzellen begrenzt, nach unten von der oberen Reihe der Dotterzellen, welche eine epithelähnliche Anordnung annehmen, die aber bei Weitem nicht so regelmäßig wie die der eingestülpten Zellen ist. Die vordere Wand des blinden Kanalendes und auch möglicherweise etwas mehr, ist durch eingestülpte Entodermzellen gebildet. Mit dem Beginn des Wachsthums des Kopfes bilden die Zellen die ganze Wandung der Kopfdarmhöhle. Im Kopf finden wir nur diejenigen Theile der Keimblätter, welche auf die primitivere Weise, nämlich durch Einstülpung gebildet werden, und in dieser Gegend wird die Urdarmhöhle zum Lumen des bleibenden Darmes.

Der Kopf wird zunächst durch eine seichte Einsenkung des Ektoderms am vorderen Ende des Blastoderms unterscheidbar (Taf. VIII Fig. 11 *KE*), welche tiefer wird und einen knopfähnlichen Fortsatz vom Blastoderm abschnürt. Der Fortsatz wächst immer länger und krümmt sich um das Ei. Dieser Fortsatz ist der Kopf (s. M. Schultze Taf. IV Fig. 8 und 9).

Im mittleren Theil des Körpers ist die Darmhöhle sehr klein, da sie durch die große Menge der Dotterelemente verdrängt wird, ja, in den späteren Stadien des embryonalen Lebens ist das Lumen ganz verschwunden, worauf schon Calberla aufmerksam gemacht hat.

Der Vorderdarm. Diese Abtheilung entsteht durch die Abschnürung und das Hervorwachsen des Kopfes über den Rumpftheil und bildet jenen Theil des Darmes, welcher zwischen dem Leberdivertikel hinten und dem Mund vorn liegt. Bei ihrer ersten Entstehung ist diese Abtheilung verhältnismäßig klein, selbstverständlich von geringerem Durchmesser als der von Dotterzellen erfüllte und mächtig ausgedehnte Mitteldarm. In einem ziemlich frühen Stadium sondert sich der Vorderdarm durch die Bildung der Kiemenspalten in zwei Theile, von denen der vordere den Pharynx

und den großen Kiemenapparat bildet, der hintere durch die Entstehung der Leber, des Herzens und der Kopfniere beschränkt wird, so dass er zur Vergrößerung seines Umfangs keinen Platz hat. Während die anderen Darmtheile mit dem Wachsthum des Körpers gleichen Schritt halten, bleibt dieser Theil ziemlich lange Zeit hindurch von fast derselben Größe; die absolute Größe ist schon bei Embryonen des 17. Tages fast dieselbe wie bei Ammocoetes von 7,5 mm Länge.

Der vom Mund bis zum hinteren Ende des Kiemenkorbes reichende Theil des Vorderdarmes ist einer der wichtigsten und charakteristischsten Theile des ganzen Organismus. Bei seiner ersten Entstehung ist dieser Theil des Kanals, wie schon gesagt, nach vorn blind geschlossen und nur von den eingestülpten Entodermzellen gebildet. Er entbehrt der scharfen Abgrenzung von der hinteren Abtheilung des Vorderdarms. Die erste Differenzirung am Pharynx ist die Bildung der Kiemenspalten. Diese entstehen ganz wie es Balfour bei den Selachiern beschrieben hat, als entodermale Divertikel, welche die Mesodermplatten des Kopfes theilen und gegen das Ektoderm rücken (Taf. X Fig. 36, 37 u. 38 *KS*). Die Zellen beider Lagen (d. h. des Ektoderms und Entoderms) werden alsdann an der Berührungsstelle resorbirt, und eine Spalte ist die Folge. Die Kiemenspalten sind also durchaus entodermale Gebilde, bei deren Entstehung das Ektoderm eine ganz passive Rolle spielt. Später entsteht eine kleine Grube um die Spalte durch eine seichte Einsenkung des Ektoderms; diese Grube hat nichts mit der eigentlichen Spalte zu thun, welche durchaus bis zum Rande mit Entoderm ausgekleidet ist. Jene Grube scheint M. Schultze gesehen zu haben. Jedenfalls nimmt er die Einleitung der Spaltbildung von dieser oberflächlichen Vertiefung aus an, und erwähnt nur die Möglichkeit, dass die Schlundhöhle Ausstülpungen gegen die äußeren Einsenkungen aussende. Die Unvollkommenheit der Untersuchungsmethode erklärt diesen Irrthum. Die erste Spalte scheint am 13. Tag nach der Befruchtung gebildet zu werden, wenigstens habe ich keine Spuren davon früher auffinden können. Die Bildung der Spalten schreitet von vorn nach hinten fort und schon am 16.—17. Tag hat der Embryo acht Paar Kiemenspalten.

Diese wichtige Entdeckung, dass Ammocoetes acht Paar Spalten hat, verdanken wir Huxley[1], dessen Angabe ich völlig

[1] Proc. Roy. Soc. No. 157, 1875. pag. 129.

bestätigen kann (s. Taf. X Fig. 35 *KS 1—8*). Die erste Spalte ist um so interessanter als sie die Petromyzonten mit den niedersten Selachiern (z. B. Heptanchus) in Einklang bringt und die Vergleichung der Kopftheile in beiden Gruppen erleichtert.

Das erste Spaltenpaar, bei den Selachiern das Spritzloch bildend, bei den höheren Vertebraten die Tuba Eustachii, geht bei den Cyclostomen zu Grunde, ohne eine Spur zu hinterlassen. Aus dem Bestehen dieser acht Spalten wird wahrscheinlich, dass die gemeinsame Stammform der Selachier und Cyclostomen acht Paar Kiemenspalten besaß; bei den Selachiern, wie bei den höheren Wirbelthieren, wird das erste Spaltenpaar modificirt und erlangt eine neue Funktion, bei den anderen, den Cyclostomen, geht es einfach zu Grunde. Dieses deutet darauf, dass der embryonale Zustand von Heptanchus ein sehr primitiver und die größere Zahl der Spalten nicht etwas erst innerhalb des Selachierstammes Erworbenes ist. Die erwähnte hypothetische Stammform können wir Octotrema nennen; wir werden später uns auf dieselbe beziehen.

Das erste Paar Spalten ist, nach Huxley, das hyomandibulare Paar; die Verhältnisse der Nerven machen das zweifellos. Vor diesem rückgebildeten Paar sind keine Andeutungen von Kiemenspalten zu finden; der Mund, das Auge, die Nase, liegen alle vor der vordersten Grenze des Entoderms und haben keine entodermalen Elemente in sich aufgenommen. Petromyzon liefert keinen Grund zur Vermuthung, dass zu irgend einer Zeit bei den Wirbelthierahnen Kiemenspalten vor dem jetzigen ersten Paar vorhanden waren.

Während des ganzen embryonalen Lebens giebt es keine Andeutung von Kiemenblättchen oder irgend Komplikationen des Apparates. Zur Zeit des Ausschlüpfens also bestehen die Respirationsorgane einfach aus den acht Paaren Kiemenspalten.

Der Mund. Eigentlich sollten wir dieses Organ mit dem Ektoderm behandeln, da es aber die innigsten Beziehungen zum Vorderdarm hat und seiner Funktion nach ein Theil des Darmkanals ist, so wird die Entwicklung des Mundes zweckdienlicher hier zu betrachten sein. Der Mund bildet eine Einbuchtung des Ektoderms. Sein allererstes Stadium habe ich nicht gesehen und auf der ersten von mir gesehenen Stufe erscheint der Mund als eine seichte blinde Einsenkung der äußeren Haut auf der unteren Seite des Kopfes und durch einen kleinen Fortsatz von der schon vorhandenen Nasengrubenanlage getrennt. Die Bucht läuft nach oben und hinten (Taf. IX Fig. 31 *MB*) gegen das blinde vordere Ende des Darm-

kanals; sie wird allmählich tiefer und berührt das Entoderm. In diesem Stadium ist die Richtung der Längsachse des Mundes so schief, dass Querschnitte durch den hinteren Theil der Einstülpung dieselbe nach unten geschlossen zeigen. Die Stelle, wo die Mundbucht das blinde Ende des Darmkanals berührt, bildet eine zweischichtige Membran, die Rachenhaut, welche später resorbirt wird um eine Kommunikation zwischen Mund und Darm entstehen zu lassen. Die histologischen Beziehungen der Bucht sind sehr einfach: das erste von mir gesehene Stadium zeigt (Taf. IX Fig. 31) eine einzige Schicht Ektodermzellen, welche viel höher geworden sind als die übrigen Zellen des äußeren Keimblattes; später werden diese Mundzellen flacher und flacher bis sie weit niedriger als die übrigen sind. Die den Mund auskleidenden Zellen bleiben immer einschichtig, obgleich das Hautektoderm sich ziemlich früh in dem Larvenleben in zwei Lagen theilt. Diese Theilung findet bei Ammocoetes von 12—15 mm Länge statt.

Nach Max Schultze ist der Mund eine Einstülpung von außen an einer dicht hinter dem vorderen Körperende an der Bauchseite gelegenen Stelle. Unmittelbar hinter dieser Stelle erfolgt eine Einbiegung der Haut nach innen, welche jedoch nur auf der rechten Seite des Thieres sichtbar ist und nach einiger Zeit gänzlich verschwindet. Seine Figuren 4 und 5 Taf. V zeigen diese Eigenthümlichkeit. Sie erklärt sich daraus, dass die von Schultze als Mund gedeutete Einstülpung die Anlage der Nasengrube ist, während die hintere Einsenkung den Mund bildet. Warum diese Einstülpung nur auf der einen Seite erschien bleibt mir unverständlich.

Die Entstehung des Mundes ist eine der bestrittensten Fragen der Morphologie und manche Hypothesen sind über seine Veränderungen aufgestellt worden. Diejenigen, welche die Wirbelthiere von den Anneliden abstammen lassen, nahmen meistens die Entstehung eines neuen Mundes innerhalb des Vertebratenstammes an, weil bei den Anneliden der Schlund das Centralnervensystem durchbohre. Sie glauben, dass der jetzige Mund sich aus einem Paar Kiemenspalten entwickelt hat oder aus Kiemenspalten und einer Einstülpung (Marshall [1]). Semper [2] hingegen meint, dass es ein primitiver Mund an der Bauchseite (hamal side) des Oberschlundganglions war. wel-

[1] The Morphology of the Vertebrate olfactory Organ. Quart. Journ. Microsc. Sc. 1879. pag. 339.

[2] Die Verwandtschaftsbezieh. der gegl. Thiere. Arb. aus dem zool.-zoot. Inst. zu Würzburg 1876.

cher den Mund der Vertebraten und Turbellarien und die Rüsselöffnung der Nemertinen vorstellt, dass aber bei den Anneliden und Nemertinen ein neuer Mund an der Rückenseite (neural side) entstanden ist. GEGENBAUR[1] und BALFOUR[2] leiten die Wirbelthiere von ungegliederten Formen ab und nehmen den jetzigen Mund als primitiven an.

Wenn wir erörtern, welche von diesen Ansichten durch die Ontogenie der Petromyzonten begünstigt werde, dürfen wir nicht vergessen, dass die allerfrühesten Stadien der Mundbildung unseres Thieres auf einen sehr primitiven Zustand hindeuten. Die Entwicklung des Mundes bei Petromyzon zeigt keine Betheiligung der Kiemenspalten an derselben, dagegen wird der Mund als einfache Einstülpung des Ektoderms gebildet. Das Entoderm giebt keine Andeutungen, dass es je zu einer Zeit eine weitere Ausdehnung nach vorn hatte und *wir finden keine Spur eines anderen Mundes.* Petromyzon also zeigt uns den jetzigen Mund auch als den ursprünglichen. Die einzige Art, auf welche ein Mund entstehen konnte (abgesehen von den zweifelhaften Fällen wo der Blastoporus denselben bildet), ist eine Durchbrechung der Wandung der Gastrula entweder durch eine Ausstülpung des Entoderms oder Einstülpung des Ektoderms. Den letzteren Modus finden wir fast allgemein verbreitet, den ersten gar nicht; der einzige Unterschied, welchen wir von diesen ursprünglichen Modis bei den Wirbelthieren treffen, liegt darin, dass die frühzeitige Entwicklung des Kopfes und besonders die mächtigere Ausbildung der vorderen Kopftheile eine tiefere Einbuchtung verursacht haben. Da das Volum des Kopfes bei Petromyzon erst später ansehnlich und nie so ausgeprägt wird wie bei den höheren Thieren, zeigt dieses Thier eine sehr primitive Bildungsweise.

MARSHALL (loc. cit.) meint, dass das Ektoderm früher eine weitere Ausdehnung nach vorn hatte und stützt dieses auf die große Krümmung des vorderen Endes der Chorda bei den Selachiern und auf Divertikel des Darmkanals, welche bei einigen Knochenfischen gegen die Nasengruben zu verlaufen (Taf. X Fig. 33). Die Krümmung der Chorda findet zu einer Zeit statt, da die Chorda keinen Zusammenhang mit dem Entoderm mehr besitzt und von Mesodermzellen umgeben ist. Was die Krümmung bedeutet, ist schwierig zu entscheiden; sie ist bis jetzt nur bei den Selachiern beobachtet worden.

---

[1] Jenaische Zeitschrift Bd. VI pag. 551.

[2] Elasmobranch Fishes pag. 170.

Jedenfalls hat sie nichts mit einer Zurückziehung des Entoderms zu thun. Auch die erwähnten Divertikel bei den Knochenfischen geben keinen Grund für jene Annahme, da nicht einmal sicher ist, ob sie ektodermal oder entodermal sind. MARSHALL sagt: »that there do exist diverticula of the alimentary canal towards the olfactory organs«. Der Darmkanal, als physiologisches Ganzes, besteht aber aus morphologisch verschiedenen Theilen.

Unser Thier giebt uns also keinen Grund zu glauben, dass sein Mund neu erworben oder wesentlich verändert worden sei und ferner zeigt er keine Spur einer entodermalen Betheiligung an seiner Bildung. Überhaupt bestehen gar keine positiven Thatsachen davon, dass bei Wirbelthieren eine mehrfache Mundbildung vorhanden wäre, und alle darauf abzielende Hypothesen sind als unbegründete anzusehen.

Der Mitteldarm. Über den embryonalen Zustand dieser Darmabtheilung ist nur wenig zu sagen. Während des ganzen embryonalen Lebens wird sie von Dotterzellen ausgefüllt, die erst später resorbirt werden. Die eigentliche Urdarmhöhle ist in dieser Gegend immer sehr klein, und kurz nach ihrer Entstehung wird sie fast gänzlich verdrängt, obgleich später an derselben Stelle ein Lumen erscheint. Hier aber wird, wie schon hervorgehoben, die Urdarmhöhle nicht zum Lumen des bleibenden Darmes. Die Vorgänge, welche diese Abtheilung verändern, finden ziemlich früh im Larvenleben statt.

Enddarm und After. Die von LANGERHANS[1] und SCHNEIDER[2] als Hinter- oder Enddarm bezeichnete Abtheilung ist in der Larve dadurch charakterisirt, dass die Klappe, welche durch die ganze Länge des Mitteldarms verläuft, hier plötzlich aufhört. Die frühesten Stadien des Hinterdarms weichen keineswegs von denen des Mitteldarms ab; er ist anfänglich ebenfalls mit Dotterzellen ausgefüllt, welche früher als die des Mitteldarms resorbirt werden. Dieses steht in Beziehung zu der Entwicklung der Excretionsorgane, welche noch während des Embryonallebens eine Mündung nach außen entwickeln (Taf. X Fig. 34 *ED* und Taf. IX Fig. 26 und 27 *ED*), während der Mitteldarm noch mit Dotter ausgefüllt ist.

Durch die Bildung des Afters wird der Enddarm in zwei Theile getrennt, von denen der hintere Abschnitt den postanalen Darm, der

[1] Untersuch. über Petrom. Pl. Verh. der Naturf. Ges. zu Freiburg. Bd. VI 1873. pag. 41.

[2] Beitr. zur Anat. u. Entw. der Wirbelthiere. Berlin 1879.

vordere Abschnitt den bleibenden Enddarm bildet, ganz wie es von Götte[1] für die Amphibien, von Balfour für die Selachier beschrieben worden ist.

Uber die Entstehung des Afters giebt es zwei verschiedene Angaben. Max Schultze und Calberla[2] geben an, dass der Blastoporus (Rusconi'scher After) definitiv in den bleibenden After übergehe, während Benecke behauptet, dass der Blastoporus sich schließe und eine Neubildung des Afters stattfinde. Diese letztere Ansicht kann ich bestätigen. Es würde höchst erstaunlich sein, wenn der Blastoporus persistiren sollte, wie es bei keinem anderen Wirbelthier der Fall ist, auch nicht bei Amphioxus. Wie schon Max Schultze's Abbildungen deutlich zeigen (Taf. III Fig. 2, 3, 4 *a*), schließt sich das Medullarrohr über und um den Blastoporus, und so entsteht, wie Calberla schon gesehen hat, der so allgemein verbreitete Canalis neuro-entericus. In früheren Stadien ist der Gang, wie Calberla sagt, durch einen soliden Strang dargestellt (Taf. X Fig. 34 *CNE*). Später wird derselbe hohl. Es bleibt mir jedoch noch ungewiss, ob der Gang zu je einer Zeit wirklich solid ist, oder ob die von uns gesehenen und abgebildeten Schnitte denselben etwas seitlich getroffen haben. Jedenfalls wird er später zweifellos hohl. Was Max Schultze irrleitete, war wohl die Nähe des neuen Afters am Blastoporus, dass aber ein neuer wirklich entsteht ist zweifellos. Der Darmkanal sendet eine Ausbuchtung gegen die äußere Haut, welche eine Papille bildet; die Durchbrechung derselben scheint etwa am 20. Tage stattzufinden. Auch bei Petromyzon hat, wie bei den Selachiern, das Ektoderm eine ganz geringe Betheiligung an der Bildung der Kloake; ich kann jedoch nicht mit Sicherheit sagen wie weit diese Betheiligung geht. Taf. X Fig. 34 zeigt ein dem entsprechenden Stadium der Selachier und Amphibien sehr ähnliches Verhalten.

Die postanale Abtheilung des Darmes, bei Ammocoetes von 18 mm Länge noch sehr deutlich, verschwindet etwas später gänzlich. Sie zeigt keine solche Bildungen und Erweiterungen wie sie Balfour bei Selachiern beschreibt, aber wie bei diesen Fischen scheint diese Abtheilung des Darmes bei Petromyzon kein Organ des erwachsenen Thieres vorzustellen. Balfour stellte die Ver-

[1] Entwickl. der Unke Taf. II Fig. 39.
[2] Morphol. Jahrb. Bd. III pag. 247.

muthung[1] auf, dass der postanale Darm möglicherweise der Allantois der höheren Thiere entspräche. Petromyzon selbst bringt gar kein Licht in diese Frage; die Vermuthung scheint aber nicht recht begründet zu sein, weil das Homologon der Allantois schon bei den Amphibien vorhanden ist, welche Thiere auch den postanalen Darm besitzen.

Wir finden also in den allgemeinen Verhältnissen des Afters und des Blastoporus der Petromyzonten einen sehr engen Anschluss an die übrigen Wirbelthiere. Was der Schluss des Blastoporus und die Neubildung des Afters eigentlich bedeuten, sind wir noch nicht im Stande zu entscheiden.

Anhangsorgane des Darmes. Die einzigen drüsenartigen Bildungen, welche während des embryonalen Lebens von Petromyzon erscheinen, sind die Schilddrüse und die Leber. Beide Organe erreichen während jener Zeit keine hohe Stufe der Entwicklung, es erscheinen nur die ersten Anlagen derselben, welche jedoch einige Bemerkungen erfordern.

Schilddrüse. Die späteren Stadien der Thyreoidea bei Petromyzon sind mehrfach untersucht worden: die erste richtige Angabe über die Entstehung derselben verdanken wir den Untersuchungen von W. Müller[2], nach welchen die Drüse zuerst als Hypobranchialrinne erscheinend, als eine Ausstülpung des ventralen Abschnittes der Kiemenhöhle gebildet wird. Sie stellt dann eine längliche Rinne vor, welche nach Calberla[3] Schleim secernirt. Die einzige beim Embryo stattfindende Veränderung ist die Verengung des Ausführungsganges und die Verdickung des den Boden der Rinne bildenden Epithels. Schon Max Schultze hat die Wimperung dieses Organes gesehen und seine Angaben sind von allen späteren Forschern bestätigt worden. Diese Bildungsweise der Schilddrüse kann ich völlig konstatiren (Taf. IX Fig. 29 *Th*).

Max Schultze meinte, dass die Leber »durch Abschnürung eines Theiles des Dotterkernes dicht hinter dem Herzvorhof« entstehe, dass »sie direkt durch Umwandlung der großen Zellen des Dotterkernes in kleinere durchsichtigere sich zu bilden« scheine. »Jedenfalls enthält die Leber zunächst keine Höhlung, sondern besteht aus einem

[1] Elasmobranch Fishes p. 221 und Prelim. acit sc. Quart. Journ. Microsc. Scienc. 1874.

[2] Jenaische Zeitschrift Bd. VII pag. 330.

[3] Amtl. Ber. der 50. Versamml. der deutschen Naturforscher. München 1877 pag. 188.

soliden Zellenhaufen. An Schnittpräparaten sehen wir, dass diese durch Betrachtung von der Oberfläche gewonnenen Angaben nicht ganz richtig sind. Die erste Anlage der Leber ist eine Ausbuchtung des den Darmkanal auskleidenden Entoderms, welche die von Max Schultze angedeutete Stelle, resp dicht hinter dem Herzen, einnimmt. Ihre hintere Wand wird zuerst durch die Dotterzellen gebildet, *so dass die Leberanlage genau die Grenze zwischen Vorder- und Mitteldarm anzeigt.* Mit der fortschreitenden Abschnürung des Kopfes bekommt die Ausbuchtung eine selbständige hintere Wandung. Ob diese Wand von den umgewandelten Dotterzellen gebildet wird, wie es wahrscheinlich ist, kann ich nicht bestimmt entscheiden. Jedenfalls sind alle die Zellen, welche an der Entwicklung der Leberanlage betheiligt sind, durchaus entodermal. Diese Beobachtungen stimmen auch mit denen von Balfour über die Selachier und denen von Götte über die Amphibien ganz überein.

Etwas später (etwa am 18. Tage) zeigt die Leberanlage auf dem Querschnitte ein dem bei den Selachiern zu findenden sehr ähnliches Bild (Taf. IX Fig. 30 *L*; vergl. auch Balfour op. cit. Plate XI Fig. 9). Die Anlage hat zwei laterale Divertikel, welche in einen gemeinsamen Kanal einmünden, und dieser Kanal, welcher später den Gallengang bildet, ist jetzt noch ein Theil des Lumens des Darmes. Der mediane ventrale Anhang der Anlage, welchen die Selachier besitzen, fehlt bei den Petromyzonten.

Viertes Kapitel.

Das Ektoderm.

Wir betrachten hier die Entwicklungsvorgänge der ektodermalen Organe, besonders die des Centralnervensystems. Die Entwicklung der Haut und der Sinnesorgane behandeln wir hier nur in Kürze.

Die Haut.

Während des ganzen Verlaufs des embryonalen Lebens bleibt das den Körper überziehende Ektoderm einschichtig und erleidet keine großen Veränderungen; gleich nach der Einstülpung des Blastoderms, welche die Urdarmhöhle und damit die Keimblätter differenzirt, besteht das obere Blatt aus hohen, etwas unregelmäßigen Zellen mit großen deutlichen Kernen. Die Zellen sind höher an der

dorsalen Fläche des Embryo, wo etwas später die Rückenmarkanlage erscheint Sie sind den Ektodermzellen aus dem entsprechenden Stadium von Triton auffallend ähnlich, jedoch nicht ganz so regelmäßig angeordnet. Abgesehen von den das Rückenmark betreffenden Vorgängen, bleiben die Ektodermzellen in fast demselben Zustand bis zu einem frühen Stadium des Larvenlebens; sie werden aber allmählich abgeplattet, und mit der zunehmenden Größe des Embryo wird die Ektodermlage dünner, wobei die Zellen sich durch Theilung vermehren. Die Lage ist nicht nur verhältnismäßig sondern auch absolut dünner bei großen als bei kleinen Embryonen. Mit dieser Veränderung nehmen die Zellen allmählich eine quadratische Gestalt und regelmäßigere Anordnung an. In der dorsalen Mittellinie, wo das Centralnervensystem eine Hervorragung der äußeren Haut veranlasst, sind die Zellen besonders abgeflacht. Da die Anlagen sämmtlicher Sinnesorgane schon innerhalb des Eies erscheinen, so werden sie selbstverständlich aus dem noch einschichtigen Ektoderm gebildet, eine Thatsache, welche wichtig ist für die richtige Beurtheilung der Frage, ob das Ektoderm der Vertebraten ursprünglich eine einschichtige oder mehrschichtige Lage ist. Diese Frage ist schon in einer früheren Abhandlung[1] besprochen worden, und das Studium der Entwicklungsgeschichte hat mir keinen Grund gegeben, die dort angenommene Ansicht aufzugeben, nämlich, dass der ursprüngliche Zustand des oberen Keimblattes ein einschichtiger ist.

Das Centralnervensystem.

Max Schultze macht einige kurze Angaben über die Bildung des Gehirns und Rückenmarks, nach welchen dieselben ganz wie bei den meisten Vertebraten entstehen, d. h. durch die Bildung von Medullarwülsten, welche sich zusammenschließen, um ein Medullarrohr herzustellen; dieses wird dann von dem übrigen Ektoderm abgeschnürt. Nach dem Ausschlüpfen der Larve aus dem Ei bildet das Centralnervensystem einen vorn keulenförmig angeschwollenen Strang. Die Anschwellung ist das Gehirn, welches aber keinerlei Abgrenzung in einzelne Lappen zeigt, wie sie bei der Entstehung des Hirns der übrigen Wirbelthiere schon sehr früh wahrgenommen werden. Er meint, dass dieses Gehirn dem von Amphioxus gleiche: ob es eine Höhlung einschließt, konnte er bei der Undurchsichtigkeit der Körperwandungen nicht entscheiden.

---

[1] Scott und Osborn loc. cit. pag. 461.

Owsjannikow[1] giebt an, dass die Bildung des Rückenmarkes ganz wie beim Frosch und Hühnchen vor sich gehe. »Nachdem die Rückenmarksfurche sich geschlossen hat, erhebt sich der Embryo über den Dotter als eine ziemlich hohe, stark von den Seiten komprimirte Leiste. Querschnitte vor dem Schluss der Rückenmarksfurche zeigen, dass die Embryonalanlage aus 3 Schichten besteht.«

Die ersten richtigen Angaben über die Bildungsweise des Medullarrohres bei Petromyzon verdanken wir den Untersuchungen von Calberla[2], die ich vollkommen bestätigen kann. Seine Beobachtungen betreffen aber nur die früheren Stadien. Wie schon die von Max Schultze gegebenen Abbildungen zeigen, erheben sich auf der dorsalen Seite des Eies zwei niedrige Wülste, welche eine seichte mediane Furche einschließen, nach hinten laufen diese Wülste um den Blastoporus und schließen denselben ein. Sie werden von der Oberfläche deutlich abgegrenzt und dadurch wird die Rinne tiefer (Taf. VIII Fig. 12 *MR*). Die Medullarwülste schließen durch ihr Zusammenwachsen bald die Rinne und derselbe Vorgang findet um den Blastoporus statt; sie verengern allmählich die Öffnung desselben (wie in Schultze's Abbildungen Taf. III Fig. 3, 4*a* und 5 deutlich zu sehen ist) und schließen endlich den Eingang ganz. Auf diese Weise wird der schon oben erwähnte Gang zwischen Darmkanal und Medullarrohr gebildet, ganz wie Kowalevsky für Amphioxus, die Selachier und die Störe nachgewiesen hat. Die morphologische Bedeutung dieses Ganges ist sehr schwierig festzustellen und bis jetzt giebt es keine genügende Erklärung dafür. Es ist leicht zu sehen, dass dieser Gang eine nothwendige Folge der Umschließung des Blastoporus von den Rückenwülsten und des Schlusses derselben ist. Vielleicht besteht hier ein caenogenetisches Verhältnis zweier ursprünglich unabhängiger Organe.

Die im Bereiche der Rückenfurche liegenden Ektodermzellen werden verändert und beginnen sich in äußerliche kleinere und innerliche größere Zellen zu theilen. Auf Querschnitten sehen wir die Rückenfurche eine Einbuchtung gegen das Entoderm bilden und treffen die dort befindlichen Zellen meist koncentrisch gegen die Furche gerichtet. Im nächsten Stadium bilden die Ektodermzellen einen starken Kiel (Taf. VIII Fig. 14 *MR*) gegen das Entoderm und zei-

[1] Die Entw. des P. fluv. Bull. de l'Acad. de Sc. de St. Pétersbourg. XIV. Bd. 1870. pag. 325.

[2] loc. cit.

gen zwei deutliche Schichten, von denen die äußere an das Mesoderm grenzende eine Fortsetzung des den Körper überziehenden allgemeinen Ektoderms ist; die innere Schicht kleidet die Rückenfurche aus und ihre Zellen stoßen ganz dicht an einander. Die Rinne selbst, d. h. die Berührungsfläche der entgegengesetzten Seiten der inneren Schicht ist eine deutliche, fast gerade Linie (Taf. VIII Fig. 14). Dieser Ektodermkiel ist die erste Anlage des Medullarrohres und bei Petromyzon wie bei den Knochenfischen ist die Anlage ein solider Strang. Der nächste Vorgang ist die Abschnürung der Anlage des Rückenmarkes von dem übrigen Ektoderm, welcher Vorgang mit der Erhebung des Kopftheils des Embryo vom Ei vollendet ist. Das Ektoderm überzieht in einfacher Schicht die Oberfläche des Embryo. Auf dem Querschnitt ragt das Rückenmark erheblich über die Oberfläche des Eies hervor, und bildet einen deutlichen von der Oberfläche zu sehenden Wulst. Die Anlage ist noch solid, von regelmäßig ovaler Gestalt und wird von kleinen unregelmäßigen Zellen zusammengesetzt. Die gerade Linie, in der Zellen der entgegengesetzten Hälften einander berühren, ist etwas ausgeprägter. Beide an diese Linie grenzende Zellschichten fangen jetzt an aus einander zu weichen und so entsteht an der Stelle der früheren Linie eine schmale Spalte. Bald stellt die Rückenmarksanlage ein auf dem Querschnitt ovales Rohr dar, dessen innerste, das längsovale Lumen begrenzende Zellschicht, wie oben ausführlich dargelegt, von der äußeren des primären Ektoderms abstammt. Ganz wie bei Triton und den Selachiern liegt die erste Theilung des Ektoderms im Bereiche des sich bildenden Rückenmarkes und auch bei Amphioxus findet die einzige Ektodermtheilung, die es überhaupt giebt, in dieser Gegend statt.

Die Bildung des Medullarrohres bei Petromyzon ist von der der übrigen Wirbelthiere verschieden; die Verschiedenheit ist aber nur scheinbar. Sie besteht darin, dass bei den höheren Vertebraten (die Knochenfische ausgenommen) das Medullarrohr durch die Entwicklung zweier Falten gebildet wird, welche zusammenwachsen und dabei einen Kanal umschließen, dessen Lumen gleichzeitig mit der Wandung entsteht, während bei Petromyzon die Falten zusammengedrängt sind und das Medullarrohr einen nach innen vorspringenden Kiel bildet, welcher auch nach seiner Abschnürung von dem übrigen Ektoderm ein solider Strang ist und erst später durch das Auseinanderweichen der Zellen ein Lumen zeigt. Wie Calberla ausführlich gezeigt hat, ist das Verhalten der beiden Ektodermschichten zu einander und zum übrigen Ektoderm genau dasselbe

wie bei den übrigen Vertebraten. Es ist auffallend, dass bei den Teleostiern derselbe Vorgang stattfindet. CALBERLA kommt aber mit Recht zu dem Schlusse, dass: »die Entwicklung des Rückenmarkes und seines Centralkanales bei den Teleostiern und Petromyzonten keineswegs fundamental von der bei den übrigen Wirbelthieren beobachteten Entwicklungsweise verschieden ist«.

Wenn wir die Medullarfalten eines Wirbelthieres nach innen sich drängen lassen, so bekommen wir das gleiche Verhalten, wie es bei Petromyzon und den Knochenfischen waltet, die Verhältnisse der Zellen sind gleich, indem die äußere Schicht des Ektoderms die Auskleidung des Kanals bildet. In einem Punkt aber müssen wir von CALBERLA abweichen. Er meint, dass bei Petromyzon wie bei den übrigen Vertebraten die Abschnürung des Medullarrohres durch Wucherungen des Mesoderms erfolgt. Mit dieser Voraussetzung ist es sehr schwierig zu verstehen, wie ein solches Bild, wie seine Fig. 15, entstehen konnte, wo das schon vollkommen abgeschnürte Rohr weit über die Mesodermplatten vorragt und einen prominirenden Wulst an der dorsalen Oberfläche bildet. Dasselbe ist auch bei Triton und den Selachiern der Fall: wir müssen daraus schließen, dass die Abschnürung des Rückenmarkes nicht von dem Mesodermwachsthum bedingt wird, sondern dass dieselbe ein *selbständiger Vorgang* ist.

Die Differenzirung des Rückenmarkes schreitet bei Petromyzon von vorn nach hinten fort, wie es auch bei der Chordaentwicklung der Fall ist. Der vordere Theil des Rückenmarkes ist erheblich größer als der hintere, und wird völlig von dem Ektoderm getrennt bevor der hintere Theil eine Spur dieser Trennung zeigt. Zu der Zeit, in welcher der Centralkanal auftritt, ergeben sich Unterschiede an den verschiedenen Strecken des Rückenmarkes; hinten wird der Kanal verhältnismäßig viel weiter als vorn, in Folge dessen ist die Wandung weit dünner als vorn und scheint aus alternirenden keilförmigen Zellen zu bestehen; die Undeutlichkeit der Zellgrenzen macht die genaue Feststellung der histologischen Verhältnisse unmöglich. Jedenfalls sind die beiden Zellenreihen, welche vorn so deutlich sind, hier wenigstens zweifelhaft (Taf. VIII Fig. 20 *MR*. Dieser Unterschied zwischen den vorderen und hinteren Theilen des Rückenmarkes dauert aber nicht sehr lange und bei Larven, auch schon bei reifen Embryonen, ist er nicht mehr bemerkbar.

Wie MAX SCHULTZE schon bemerkt hat, ist das Gehirn sehr einfach, es ist mir aber unbegreiflich, warum er dasselbe nach dem

Ausschlüpfen noch als so einfach angiebt. Gleich nach der Abschnürung des Centralnervensystems von dem übrigen Ektoderm liegt es dicht unterhalb der Haut und stellt einen nach vorn keulenförmig angeschwollenen soliden Strang dar. Die Anschwellung ist das Gehirn, welches noch keine Differenzirung in Vorder-, Mittel- und Hinterhirn zeigt. Zu der Zeit wo das Auseinanderweichen der Wände des Rückenmarkes den Centralkanal bildet, erscheint der Kanal auch im Gehirn und dort ist der Hohlraum viel größer als irgend wo anders, obgleich die Gehirnwandung dicker als die des Rückenmarkes ist. Die Trennung des Gehirns in einzelne Abtheilungen findet ungefähr im gleichen Stadium wie die Bildung des Kanals statt und wird durch seichte Einschnürungen zu Stande gebracht. Von den drei Abtheilungen ist die hintere weitaus am längsten, während die vordere den größten Querdurchmesser hat. Die Mittelhirnanlage ist kürzer und breiter als das Hinterhirn, länger und schmaler als das Vorderhirn. *Die Wandung des Gehirns ist überall gleichmäßig* und zeigt *in diesem ersten Stadium weder Verdickungen noch Verdünnungen.* Ein ähnliches Verhalten ist durch Balfour für die Selachier bekannt.

Das zuerst auftretende höhere Sinnesorgan ist das Gehörorgan; es ist sogar in Frage, ob die Anlage dieses Organes nicht schon vor der Differenzirung der Hirnlappen erscheint; jedenfalls giebt es keinen bedeutenden Intervall. Das Gehörbläschen liegt dicht am Hinterhirn und unmittelbar hinter demselben folgt der erste Urwirbel. Diese Anordnung ist eigenthümlich und von den bei Selachiern befindlichen Verhältnissen auffallend verschieden. Bei diesen Fischen giebt es in dem entsprechenden Stadium einen weiten Zwischenraum zwischen dem Gehörbläschen und dem ersten Urwirbel. Bei ihnen ist auch das Hinterhirn die größte Hirnabtheilung. Bei Petromyzon ist das Gehirn bei Weitem nicht so lang wie bei den Selachiern und obgleich, wie Wiedersheim[1] schon bemerkt hat, das Hinterhirn das Mittel- und Vorderhirn zusammen an Länge übertrifft, so ist doch diese Ungleichheit der Kleinheit der vorderen Hirntheile und nicht der absoluten Größe des Hinterhirns zuzuschreiben. Dieser sehr wichtige Unterschied muss hervorgehoben werden. Was das eigenthümliche Verhalten der Lage des Gehörbläschens betrifft, so kann dieselbe erst später besprochen werden.

[1] Das Gehirn von Ammocoetes und Petromyzon Planeri. Jen. Zeitschrift 1880.

Wie bei den übrigen Wirbelthieren besteht das Gehirn zuerst aus drei einfachen Abtheilungen, welche, abgesehen von den Größenunterschieden, gleichmäßig und indifferent sind. Die erste Differenzirung ist die Bildung der Augenblasen, aus Ausstülpungen des Vorderhirns. Ich habe diese zuerst am 16. Tag aufgefunden und hier waren sie einfache hohle Knospen (Taf. X Fig. 40 *AB*), welche kurz über die Seitenoberfläche hervorragten. Die Anlage der Naseneinstülpung ist schon vorhanden und im Horizontalschnitt liegt das verdickte Riechepithel dicht an dem Gehirntheil, welcher die Augenbläschen aussendet. Manche Schnitte zeigen eine wirkliche Berührung zwischen der Anlage der Sehnerven und dem Riechepithel. Dieser Zustand dauert aber nicht lange, weil die vorderen Hirntheile rasch wachsen und so die Sehnerven nach hinten und unten rücken lassen.

Eine der auffallendsten Eigenthümlichkeiten des embryonalen Gehirns ist, dass es bei seiner ersten Bildung und einige Zeit später ganz gerade, ohne Tendenz einer Krümmung sich darstellt. Bei den Selachiern dagegen ist das Vorderhirn gleich nach dem Schlusse der Medullarfalten nach unten um eine durch das Mittelhirn gehende Achse gedreht. Eine Erklärung für diesen Unterschied finde ich in der weit größeren Entwicklung der Vorder- und Mittelhirntheile bei dieser Gruppe, welche die bei allen höheren Wirbelthieren zu treffende Kopfbeuge veranlasst. Zwischen dem 16. und 17. Tage des embryonalen Lebens tritt diese Kopfbeuge auch bei Petromyzon auf; sie wird vorzüglich durch das rasche Wachsthum des Mittelhirns verursacht. Diese Beuge ist jedoch immer verhältnismäßig klein und erreicht nie einen so hohen Grad wie z. B. bei den Selachiern. Das Maximum ist ungefähr ein rechter Winkel, welcher kurz vor dem Ausschlüpfen des Embryo erreicht wird (Taf. X Fig. 33). Eine Drehung in der umgekehrten Richtung fängt gleich nachher an und ist schon bei reifen Embryonen zu sehen. Das Gehirn gewinnt also bis zu dem Stadium, zu welchem wir die Entwicklungsdarstellung zunächst führen, die Form einer Retorte, das rundlich angeschwollene Vorderhirn (d. h. primitives Vorderhirn) bildet den Bauchtheil derselben. Ungefähr am 17. Tage sendet das Vorderhirn von seiner oberen Wand eine Ausstülpung ab. Diese ist die Anlage der Epiphysis (Taf. X Fig. 33 *E*), welche ganz auf dieselbe Weise wie bei den Selachiern gebildet wird. Zur gleichen Zeit ergeben sich am Boden des Vorderhirns einige Differenzirungen und eine undeutliche Vorragung wird daselbst bemerkbar. Denselben Vorgang finden wir

bei den Selachiern, da aber bei diesen die Kopfbeuge um vieles größer ist, so sieht der so gebildete Fortsatz gerade nach hinten. Es ist die Anlage des Infundibulums. Nach den von Balfour abgebildeten Schnitten (Plate XIV Fig. 9*a*) zu urtheilen, ist der innere Bau des Fortsatzes etwas verschieden von dem der Cyclostomen, indem bei diesen im Inneren des Vorsprungs eine vordere und eine hintere Abtheilung unterscheidbar ist. Diese sind das Tuber cinereum und das Infundibulum. Von außen betrachtet ist der Fortsatz, auch beim erwachsenen Thiere, ganz glatt und zeigt keine Abtheilungen. Lange Zeit waren die von Johannes Müller diesen Theilen gegebenen Namen angenommen, d. h. dieser große Vorsprung an der unteren Seite des Gehirns wurde als Hypophysis + Infundibulum + Tuber cinereum bezeichnet. Eine richtigere Benennung verdanken wir aber den Untersuchungen von W. Müller[1], welche nachweisen, dass die Hypophysis ein ganz verschiedener und selbständiger Körper ist, während der oben genannte Vorsprung nur dem Infundibulum + Tuber cinereum entspricht und zwar bildet die vordere Abtheilung des Vorsprunges das letztere, die hintere das erstere. Diese Unterscheidungen der Theile gelten von vorn herein und mit der ersten Entstehung des Vorsprungs sind die Abtheilungen vorhanden (Taf. X Fig. 33). Zur Zeit der ersten Bildung des Infundibulums hat die Kopfbeuge ihr Maximum noch nicht erreicht und demnach wird die Spitze des Vorsprunges erst später weiter nach hinten gerückt, aber beim höhsten Grad der Beuge sieht die Spitze nach unten und etwas schräg nach hinten, während sie bei den Selachiern gerade nach hinten und auch etwas nach oben sieht. Mit anderen Worten: das Vorderhirn wird bei den Cyclostomen um einen rechten Winkel gedreht, aber bei den Selachiern um zwei rechte Winkel: d. h. bei dieser Gruppe ist die Kopfbeuge zwei Mal so groß als bei den Cyclostomen. Durch diese Drehung wird die Spitze des Infundibulums bei den Selachiern mit der Mundbucht in Berührung gebracht, während sie bei den Cyclostomen durch die gemeinsame Einstülpung der Hypophysis und des Riechorganes von der Mundbucht getrennt ist. Diese Thatsache wird sich für die Entwicklung der Hypophysis als wichtig erweisen.

Dicht vor der Anlage der Epiphysis zeigt die Decke des Vorderhirns eine seichte Einsenkung und am Boden wird ein niedriger Vorsprung vor der Höhle des Tuber cinereum gebildet. Der so ab-

[1] Jen. Zeitschr. Bd. VI.

geschnürte Theil des Vorderhirns entspricht dem ganz auf dieselbe Weise entstandenen Theil des Vorderhirns der Selachier, welcher später Großhirn und Riechlappen sich entwickeln lässt. Es besteht aber ein auffallender Unterschied der Größe, denn bei den Cyclostomen ist die Anlage winzig klein (Taf. X Fig. 33, 41 u. 42 *CHm*), während sie bei den Selachiern bedeutend groß ist. Wie bei allen anderen Vertebraten ist die Anlage zuerst eine unpaarige (Taf. X Fig 42).

Die Höhlen des Gehirns sind schmal und spaltähnlich, mit einer Erweiterung nach oben: gegen das Ende des embryonalen Lebens wird die Decke des vierten Ventrikels sehr verdünnt (Taf. IX Fig. 29 *HH*) wie es auch bei den übrigen Cranioten der Fall ist. Weitere Veränderungen finden erst außerhalb des Eies statt.

Der feinere Bau des embryonalen Gehirns ist äußerst einfach. Zuerst ist die Zusammensetzung des Gehirns dieselbe wie die des Rückenmarkes und der einzige Unterschied zwischen den beiden Abtheilungen besteht in dem größeren Volum des Gehirns. Später aber wird die Hirnwandung bedeutend dicker, besteht aus vielen Schichten spindelförmiger Zellen und einer inneren epithelartigen Auskleidung. Ungefähr am 17. Tage beginnt die Bildung der weißen Substanz, welche eine Schicht um die Zellen bildet und von körnigem Aussehen ist. In diesem Zustand bleibt das Gehirn bis zum Anfang des freien Lebens.

Wir finden also, dass innerhalb des Eies die Anlagen aller Hirntheile erscheinen. Im Ganzen betrachtet ist das Gehirn auffallend klein und durch das Vorwiegen des Hinterhirns ausgezeichnet. Das Infundibulum wird durch einfache Differenzirung des Bodens des Vorderhirns gebildet, und die Epiphysis entsteht ganz wie bei den übrigen Wirbelthieren. Die Kopfbeuge erscheint spät und wird verhältnismäßig nicht groß. Die kleine Anlage des Großhirns entsteht wie bei allen übrigen Vertebraten als ein unpaariges Gebilde. Besonders hervorzuheben ist, dass alle Gehirntheile der höheren Wirbelthiere auch bei Petromyzon vorhanden sind, obgleich sehr klein und einfach. Die frühere Kleinheit der vorderen Hirntheile scheint aber einigermaßen durch Rückbildung entstanden zu sein, ganz wie wir dies bei dem Auge später finden werden; eine Rückbildung, welche mit der der höheren Sinnesorgane auf die Lebensweise der Larve zurückzuführen ist.

Die Sinnesorgane.

Die Anlagen aller höheren Sinnesorgane erscheinen während des embryonalen Lebens und entstehen, wie schon oben erwähnt, vor der Theilung des den Körper überziehenden Ektoderms.

Das Sehorgan. Während des embryonalen Lebens erscheint nur die erste Anlage des Auges. Das aus dem Vorderhirn gesonderte Augenbläschen Taf. X Fig. 40 *AB* ist am 16. Tage sehr kurz und schmal mit gleichartigen aus kleinen Zellen bestehenden Wandungen. Am nächsten Tage ist das Bläschen länger geworden, die Wände rücken weiter aus einander und die innere beginnt dicker als die äußere zu werden, d. h. die Wand, welche jetzt der Oberfläche zugekehrt ist und zur Retina wird, verdickt sich. Am 18. Tag ergiebt sich eine eigenthümliche Veränderung, indem nur eine kleine Strecke der inneren Wandung sich ferner verdickt, während die anderen Theile derselben wie die äußere Wand dünner werden Taf. X Fig. 43 *AB*). Eine Mesodermumhüllung des ganzen Bläschens ist in diesem Stadium wahrnehmbar. In diesem Zustand bleibt das Organ bis zur Zeit des Ausschlüpfens. Die Anlage der Linse wird erst später gebildet.

Nach Schultze (loc. cit. pag. 20) entsteht die Anlage des Auges als ein schwarzer Pigmentfleck, dessen Umwandlung ins Auge des Geschlechtsthieres er nicht verfolgen konnte. Owsjannikow (loc. cit.) macht ähnliche Angaben. »Die Augen entstehen aus Häufchen von Nervenzellen, welche an der Seite des Mittelhirns liegen.« Die erste richtige Beschreibung dieser Vorgänge hat M. Müller[1] gegeben, und meine Beobachtungen stimmen mit den seinigen überein.

Das Gehörorgan. Die erste Anlage tritt am 14. Tage auf Taf. X Fig. 37 und 39 *GH*) als eine Verdickung des an der Seite des Hinterhirns liegenden Ektoderms, dessen Zellen hier sehr hoch und cylindrisch sind. Diese Stelle bildet zur gleichen Zeit ein seichtes Grübchen, welches allmählich vertieft und von dem übrigen Ektoderm abgeschnürt wird. Jedes der runden Bläschen liegt zur Seite des Hinterhirns und veranlasst eine ansehnliche Hervorragung der Haut. Weitere Differenzirungen finden erst ziemlich spät im Larvenleben statt. Eine kurze Beschreibung dieser Vorgänge giebt Owsjannikow (loc. cit.). Unsere Resultate sind genau dieselben.

[1] Über die Stammesentwicklung des Sehorgans der Wirbelthiere. Beitr. zur Anat. u. Phys. als Festgabe für Carl Ludwig.

Das Geruchsorgan. Dieses ist einer der eigenthümlichsten Theile des gesammten Organismus der Cyclostomen. Eine ausführliche Darstellung seiner Entwicklung behalte ich mir für später vor. Hier sei nur erwähnt, dass die Anlage dieses Organes von Anfang an einheitlich ist. Ich kann also CALBERLA's Angaben[1] über die paarige Entstehung desselben durchaus nicht bestätigen.

Die erste Andeutung erscheint als eine seichte Einbuchtung oberhalb des Mundes, welche wir als gemeinsame Einstülpung für Nasengrube und Hypophysis betrachten können (Taf. IX Fig. 31 *NHE*). Auf Taf. X Fig. 40 sehen wir einen Horizontalschnitt durch den Kopf eines etwas älteren Embryo. Die Ektodermzellen sind höher geworden und stellen eine einfache Lage Riechepithel dar, welche keine Spur von Trennung in zwei Theile zeigt (*RE*). Im nächsten Stadium ist die Einbuchtung durch das rasche Wachsthum des Oberlippenfortsatzes tiefer geworden (Taf. X Fig. 33). Dieser Sagittalschnitt zeigt die Verhältnisse der verschiedenen Ektodermzellen in dieser Gegend. Das den Kopf überziehende Ektoderm wird an einer Stelle plötzlich verdickt um das Riechepithel zu bilden, welches dicht am vorderen Ende des Gehirns liegt; gegen den Boden der Grube nehmen die Zellen an Höhe ab, während die die entgegengesetzte Wand der Grube (d. h. den Oberlippenfortsatz) überziehenden Zellen sehr niedrig sind. In diesem Zustand finden wir auch die jüngsten Larven.

Fünftes Kapitel.

Das Mesoderm.

Wie früher erwähnt entwickelt sich das Mesoderm auf zwei verschiedene Weisen: 1) durch Einstülpung des Blastoderms, 2) durch Differenzirung einiger der Dotterzellen. Der Verbindungspunkt der beiden auf verschiedene Art entstandenen Theile ist lange sehr deutlich zu sehen. Das Wachsthum des Mesoderms geht von hinten nach vorn vor sich und wie bei Triton ist dieses Blatt im hinteren Theil um die ganze Peripherie des Körpers entwickelt, während die Mesodermzellen im vorderen Theil nur dorsal erscheinen und noch nicht

[1] Amtl. Bericht der 50. Versamml. deutscher Naturf. u. Ärzte. München 1877. pag. 188.

um das Ei herumgewachsen sind. Im Kopf aber ist nur das eingestülpte Mesoderm vorhanden.

Die nächste Stufe der Differenzirung ist die Spaltung des Mesoderms in zwei Schichten (Taf. VIII Fig. 14 *M*). Das eingestülpte Mesoderm bildet zuerst einen unregelmäßigen, ungeordneten Zellenhaufen zu beiden Seiten des Rückenmarkes: allmählich ordnen sie sich in zwei Schichten, welche dicht gedrängt an einander liegen. Erst später weichen diese etwas von einander und umschließen zu beiden Seiten des Rückenmarkes eine Cavität. Diese Veränderungen betreffen nur die dorsalen Theile des Mesoderms, die ventralen bestehen jetzt und für einige Zeit später im Rumpf aus einer einzigen Zellschicht. Die Änderungen des dorsalen Mesoderms sind denen der Selachier und Urodelen sehr ähnlich, die Zellenreihen sind aber unregelmäßiger und zuweilen sind Anhäufungen zu sehen in der Gegend wo später die Urwirbel entstehen werden.

Die Spaltung des Mesoderms erscheint zuerst im Kopf und schreitet allmählich nach hinten fort. Die gebildete Höhle ist die Leibeshöhle: also erscheint die Leibeshöhle erst in der Kopfgegend, ganz wie bei den Selachiern und Urodelen. Zu dieser Zeit ist die Leibeshöhle in zwei Hälften getrennt oder vielmehr, es giebt zwei laterale Leibeshöhlen, weil die Spaltung nur in den dorsalen Schichten auftritt und die dorsalen Theile des Mesoderms völlig von einander getrennt sind. Erst viel später vereinigen sich beide Höhlen um die einfache pleuro-peritoneale Cavität des Cölom zu bilden.

Dieser Vorgang der Spaltung betrifft das ganze dorsale Mesoderm. Die zuerst unregelmäßig zusammenliegenden Zellen ordnen sich in zwei Reihen. Gegen den Rücken ist die Höhle durch eine einzige Zellenschicht begrenzt und in der Regel besteht die obere Schicht aus einer einzigen Zellenlage, während die untere Schicht nicht so regelmäßig sich darstellt. Diese Unregelmäßigkeit ausgenommen ist die Übereinstimmung mit den von Balfour beschriebenen Selachiern ganz vollständig: die Anhäufung erinnert etwas an den Zustand bei den Knochenfischen.

Die nächste Stufe ist die Bildung der Urwirbel (Taf. VIII Fig. 17 u. 18 *Ur* und Taf. X Fig. 39 *Ur*), welche am 12. Tage in der Halsgegend beginnt. Um den Entstehungsvorgang der kubischen Massen aus einem kontinuirlichen Blatt sich vorstellen zu können, ist Annahme zweier zu einander senkrechter Theilungsebenen nothwendig. Bei den Selachiern ist der eine Theilungsprocess fertig bevor der andere anfängt: die Wirbelplatte ist in Metameren getheilt, diese

hängen aber noch mit den Seitenplatten zusammen und trennen sich erst etwas später von denselben. Bei Petromyzon scheint dieses nicht der Fall zu sein, sondern beide Theilungsprocesse sind gleichzeitig. Jedenfalls ist der zeitliche Unterschied ein sehr geringer. Eine wichtigere Eigenthümlichkeit ist diese: Bei den Amphibien, Selachiern und Amnioten sind auf einer erheblichen Strecke hinter den Gehörkapseln keine Urwirbel gebildet. (Wir sprechen hier nicht von den räthselhaften, urwirbelähnlichen, im Kopf des Hühnchens gebildeten Körpern.) Aber bei Petromyzon schreitet die Bildung der Urwirbel weit nach vorn fort und das erste dieser Gebilde liegt dicht hinter der Einbuchtung, welche später zur Gehörkapsel wird (Taf. X Fig. 39). Die Urwirbel sind kubisch gestaltet und enthalten eine von einer einzigen Schicht cylindrischer Zellen umgebene Centralhöhle. Diese ist ein Theil der Leibeshöhle und entsteht ganz wie die entsprechende Höhle der Selachier und Urodelen. Einigermaßen sind dieselben Verhältnisse bei den Sauropsiden zu finden, sie sind aber sehr modificirt und etwas schwierig erkennbar. Während der Abschnürung der Urwirbel von den Seitenplatten spalten sich diese etwas weiter und so vergrößert sich die Leibeshöhle und rückt nach unten. In den anderen Beziehungen bleiben die Seitenplatten ganz wie vor der Trennung der Wirbelplatte (Taf. VIII Fig. 18).

Zu dem folgenden Stadium (Taf. VIII Fig. 21 *MSR*) verlängern sich einige der Zellen der inneren Schicht (splanchnic layer) der Urwirbel, theilen und vermehren sich, wobei sie eine alternirende Anordnung annehmen, während ihre Ränder körnig und bald quergestreift werden. Im Querschnitt haben diese Zellen eine birnförmige Gestalt; im Längsschnitt (Taf. X Fig. 35 *Myo*) sind sie lang, schlank, etwas spindelförmig, und jede Zelle nimmt die ganze Länge des Segmentes (Urwirbels) ein. Noch ist die Querstreifung nur eine corticale. Wie bei den Selachiern sind die erst gebildeten Muskeln ein sehr schmales durch die Körperlänge sich erstrekendes Band. Ob diese Muskeln gleich eine funktionelle Bedeutung haben und respiratorische Bewegungen des Embryo verursachen, kann ich nicht bestimmt sagen, weil ich keine Gelegenheit hatte lebende Embryonen zu beobachten. Jenes wird aber durch die Untersuchungen von Owsjannikow wahrscheinlich gemacht. Diese Differenzirung schreitet weiter und weiter fort, bis die innere Schicht des Urwirbels mehrere Zellen dick ist, dann verändert sich die äußere Schicht auf eine ähnliche Weise. Nur ein kleiner Theil der inneren Schicht

bleibt unverändert. Der obere, muskulös gewordene Theil besteht aus beiden Schichten und enthält die Centralhöhle des Urwirbels. Diese Höhle wird jedoch bald durch die Wachsthumsvorgänge zum Verschwinden gebracht. Diesen oberen modificirten Theil nennen wir Muskelplatte: aus solchen Platten entwickelt sich die ganze willkürliche Muskulatur des Rumpfes und auch zum größten Theil die des Kopfes.

Der Embryo fängt jetzt an, seine cylindrische Gestalt zu verändern, indem die dorsalen Theile des Körpers bedeutend höher werden. Zu gleicher Zeit wachsen die Muskelplatten in die Höhe und füllen den Raum an den beiden Seiten des Rückenmarkes aus, worauf sie sich nach unten zu verbreiten beginnen (Taf. IX Fig. 23 *Msh P*). Im Längsschnitt finden wir die einzelnen Muskelsegmente, durch breite Lücken von einander getrennt; die Lücken werden aber bald durch das rasche Wachsthum der Myokommata ausgefüllt. Diese wachsen auch rasch nach unten und bald treffen sie einander fast in der ventralen Mittellinie. Es ist kaum nöthig zu sagen, dass die Muskelplatten sich zwischen die Haut und die äußere Schicht der Seitenplatte drängen, welcher Vorgang durch die Umwandlung der Zellen der Haut- und Darmfaserblätter erleichtert wird. In den Seitenplatten des Mesoderms schreitet die Spaltung der Schichten allmählich weiter bis dass sie um die ganze Peripherie des Eies vollendet ist. Im Rumpftheile des Embryo ist die Spalte sehr schmal, weil die große Masse des Nahrungsdotters die beiden Schichten eng zusammenpresst, so dass es schwierig ist, die Verwandlungsstadien derselben genau zu verfolgen.

Im Schwanz sind etwas verschiedene Verhältnisse zu treffen. Bis zu einer ziemlich späten Periode des Lebens innerhalb des Eies giebt es überhaupt keinen Schwanz; dieser entwickelt sich dann als eine ungegliederte Knospe (Taf. X Fig. 34) des hinteren Körperendes und enthält den hinter dem bleibenden After liegenden Theil des Darmkanals. Zu dieser Zeit ist die Bildung der Urwirbel im Rumpf schon vollendet. Darauf ordnet sich das Mesoderm des Schwanzes wie im Rumpf in zwei Schichten, aber eine Höhle ist nicht zwischen ihnen wahrzunehmen. Im nächsten Stadium entwickeln sich die Schwanzurwirbel; in denselben ist eine kleine die Leibeshöhle im Schwanz repräsentirende Centralhöhle zu sehen; diese Höhle bleibt aber nur ganz kurze Zeit sichtbar. Im Übrigen differenziren sich die Urwirbel wie im Rumpfe in Muskelplatten und Wirbelplatten, jene bilden die Schwanzmuskeln, diese die Scheide der Chorda und

knorpelige Anlage der Wirbelsäule. Die Seitenplatten hingegen schmelzen zusammen und bilden ein aus sternförmigen Zellen bestehendes lockeres Bindegewebe, welches alle die Höhlen des Schwanzes und der Flossen ausfüllt. Auch hier finden wir eine sehr große Ähnlichkeit mit den Selachiern.

Wir haben schon oben erwähnt, dass während der Verwandlung der primitiven Urwirbelzellen in die Muskelzellen ein kleines Stück der inneren Schicht unverändert bleibt. Dieses Stück ist die innere und untere Ecke des Urwirbels und hat schon früher einen kleinen Fortsatz gegen die Chorda herausgeschickt. Diese Fortsätze drängen sich allmählich zwischen die Chorda und das dorsale Epithel der Urdarmhöhle und zu der Zeit, da die Muskelzellen differenzirt werden, ist eine vollständige Brücke von Mesodermzellen unter der Chorda zu sehen. Allmählich vermehren sich diese Zellen, umgeben die Chorda und entwickeln eine Scheide. Später wächst eine häutige Schicht von demselben Ursprung um das Rückenmark und bildet die häutigen und nachher die knorpeligen Theile der Wirbelbogen.

Im Allgemeinen ist dieser Vorgang fast derselbe wie bei Selachiern, es giebt jedoch einige Unterschiede in den Details. Bei jenen ist der zur Wirbelsäulenbildung bestimmte Theil des Urwirbels ein bedeutend größerer und wächst gleich zwischen die Chorda und die Muskelplatte bevor noch die Muskelzellen sich gesondert haben. Solch ein Unterschied gründet sich auf die Differenz des Umfanges der Wirbelsäule bei Cyclostomen und Selachiern. Die ersten Wirbelanlagen (wenn wir sie so nennen dürfen) bei Petromyzon besitzen dieselbe Segmentirung wie die Muskelplatten, später schmelzen sie zusammen, um ein kontinuirliches Rohr zu bilden. Bei fast allen höheren Vertebraten findet eine sekundäre Segmentirung der Wirbelsäule statt; bei den Cyclostomen bleibt das Rückgrat unsegmentirt.

Zuerst liegt das Herz frei in der Leibeshöhle, später wird ein besonderer Sack, der Herzbeutel, durch Einschnürungen der Wände derselben gebildet.

Kurz vor der Spaltung des Mesoderms reicht dieses Keimblatt eben so weit nach vorn wie das blinde Ende des Darmkanals. Die im Kopf auftretende Spaltung des Mesoderms lässt zwei getrennte Höhlen entstehen, welche später mit den inzwischen gebildeten Leibeshöhlen kommuniciren. Diese Höhlen im Kopf sind zuerst von Balfour für die Selachier beschrieben worden unter dem Namen Kopfhöhlen (Head-cavities), welchen Namen wir beibehalten können.

Die erste durch eine Ausbuchtung des Entoderms gegen das Ektoderm entstandene Kiemenspalte trennt das Kopfmesoderm in zwei Theile, ein Theil vor, der andere hinter der Spalte (Taf. X Fig. 38 *2 Pp*, *3 Pp*). Durch die anderen Kiemenspalten wird der hintere Theil successive in sieben Segmente zerlegt. Der vordere Theil spaltet sich wieder in zwei Segmente, von denen das vordere vor der jetzt beginnenden Mundbucht, dicht an dem Augenbläschen liegt (Taf. IX Fig 32 *1 Pp*, *2Pp*): das hintere liegt aber ganz im Kieferbogen und darüber breitet sich der Trigeminus aus. Der erste Aortenbogen läuft dicht innerhalb und oberhalb dieses Segmentes (Taf. X Fig. 38 *Aor*), ein Verhältnis, welches auch bei den Selachiern zu finden ist, während bei Triton der Bogen oberhalb, aber mehr nach außen seinen Weg nimmt.

Eine Komplikation im Verhalten dieser Segmente wird dadurch verursacht, dass die Urwirbel sich dicht an den Kopf gedrängt haben. Bei anderen Fischen und bei den Amphibien gehört der Kiemenapparat während der früheren Stadien des embryonalen Lebens deutlich dem Kopf an. Bei den Cyclostomen aber ist die Entwicklung verkürzt, und die Rumpfsegmente beim Embryo bieten dieselben Verhältnisse zum Kopf wie beim Erwachsenen. Diesem Umstande zufolge ist das eigentliche Kopfmesoderm im hinteren Theil des Kiemenkorbes stark ventral gerückt und dabei reducirt, so dass es in den beiden letzten Kopfsegmenten kaum wahrnehmbar ist.

Der histologische Bau dieser Segmente ist am besten an den beiden ersten zu sehen. Die Höhle ist im Längsschnitt dreieckig mit nach oben gerichteter Spitze. Die Zellen sind zumeist quadratische Epithelzellen und umgeben die Höhlen in drei koncentrischen Lagen. Die der inneren Lage sind am längsten und haben eine keilförmige Gestalt. Diese Kopfsegmente verlieren bald ihre Höhlen, während ihre Wandungen zu Kopf- und Kiemenmuskeln werden.

Bei der Bildung der Keimblätter habe ich das Verhalten des Rumpfmesoderms angeführt, welches Balfour zur Annahme veranlasst hatte, dass die beiden von einander unabhängigen Mesodermmassen den Divertikeln der Urdarmhöhle bei Amphioxus entsprächen. Die Gründe waren: 1) die paarige Entstehung des Mesoderms; 2) die paarige Entstehung der Leibeshöhle; 3) die Ausdehnung der Höhlen bis zur Spitze der Mesodermplatten; 4) die Abschnürung eines Theils dieser Höhle in jedem Urwirbel. Diese Verhältnisse gelten besonders für die Selachier, sie widerholen sich eben so klar bei Triton, nur mit solchen Veränderungen, wie sie in

einem holoblastischen Ei zu erwarten sind. Bei Petromyzon sind diese Verhältnisse durch die Unregelmäßigkeit der Zellenanhäufungen etwas verdeckt, sie sind aber doch nicht verkennbar, während sie bei den Knochenfischen nicht mehr zu erkennen sind. Auf den ersten Blick könnte es merkwürdig erscheinen, dass Petromyzon weiter veränderte Verhältnisse als die Urodelen darbietet. Wir halten uns aber zur Annahme berechtigt, dass die Eier der Petromyzonten und Knochenfische eine Volumsverminderung erlitten, woraus nach dem Maße der stattgefundenen Verminderung sich Differenzen in der Entwicklung ergeben.

Das Mesoderm wird in zwei Schichten gespalten, die äußere bildet 1) einen erheblichen Theil der willkürlichen Muskulatur, 2) das Derma, 3) einen großen Theil des intermuskularen Bindegewebes, 4) einen Theil der Peritonealmembran. Die innere Schicht entwickelt 1) den größten Theil der willkürlichen Muskulatur, 2) das axiale Skelet, 3) die Muskulatur und das Bindegewebe des Darmes und des Herzens, 4) einen großen Theil der Peritonealmembran. Man ersieht hieraus wie groß die Übereinstimmung mit den von Balfour (p. 11?) für das Mesoderm der Selachier gefundenen Verhältnisse ist.

Das uropoetische System.

Dieses Organsystem schließe ich an das Mesoderm, da es sich aus diesem entwickelt.

Die ersten Beobachtungen bei Petromyzon sind die von Max Schultze (op. cit. pag. 30). Er beschreibt die Bildung einer Drüse aus dem unter der Chorda und über dem Herzen angehäuften »Blastem«; die Drüse zeigt 3 oder 4 kurze Fortsätze, welche eine über die Oberfläche laufende mit Wimpern besetzte Rinne besitzen. Über die Bedeutung dieser Anlage hat er nichts Entschiedenes gesagt, vermuthet aber, dass sie zu den Urnieren oder Nieren gehören könnte.

W. Müller[1] hat die Homologien und Entwicklungsvorgänge dieser Organe festgestellt. Nach seinen Angaben ist die von Schultze gesehene Drüsenanlage die »Vorniere« und die flimmernden Rinnen sind die bewimperten Trichter, welche in die Leibeshöhle einmünden. W. Müller's Beschreibung der Entwicklung dieses Organes kann ich im Wesentlichen bestätigen; da es mir aber gelungen ist, einige noch frühere Stadien aufzufinden, so vermag ich jene Angaben etwas zu vermehren.

---

[1] Jen. Zeitschr. Bd. IX pag. 118 et seq.

Die erste Anlage jenes Organsystems traf ich bei einem Embryo vom 14. Tage (Taf. VIII Fig. 21 *KNG*). In diesem Stadium ist das Mesoderm schon in Urwirbel und Seitenplatten getheilt, welch' letztere sich in zwei die Leibeshöhle umschließende Lagen gespalten haben. Die Urwirbelzellen haben schon die Differenzirung in Muskelzellen bgonnen, während die Zellen der Seitenplatten noch einfach cylindrisch oder etwas unregelmäßig sind. Einige der Zellen der oberen Schicht haben sich getheilt und sind gewuchert, so dass endlich eine Masse Zellen, welche kleiner als die übrigen und von diesen ziemlich scharf abgegrenzt, vorhanden ist. Im Querschnitt ist die Anhäufung keilförmig und hat die Spitze nach unten gerichtet, während der breite Oberrand dicht an der Haut liegt und eine niedrige Hervorragung derselben verursacht. Die Zellen sind alle unregelmäßig; die Anlage ist noch ohne Spur eines Lumens. Am nächsten Tage hat eine sehr wichtige Veränderung stattgefunden (Taf. IX Fig. 22 *KNG*). Die Zellen bieten eine radiale Anordnung, und bilden, von den übrigen Mesodermzellen abgeschnürt, einen soliden Strang. Die erste Andeutung des Lumens ist im Centrum des Stranges als ein kleiner Punkt zu sehen.

Aus dieser Bildungsweise geht hervor, dass der Strang außerhalb der Leibeshöhle, zwischen dem oberen Blatt des Mesoderms und der Haut liegt; er liegt noch dicht an dem Mesoderm, dessen oberes Blatt er enge an das untere drängt. In diesem Stadium ist der Embryo nicht viel über das Niveau des Eies emporgehoben, sondern noch flach ausgebreitet. Am nächsten Tage aber ist eine plötzliche Veränderung in dieser Beziehung vor sich gegangen, indem der Rücken des Embryo hoch über den Dottersack vorragt, wobei er schmaler geworden ist und alle seine Organe zusammengezogen hat. Die Differenzirung der Muskelzellen ist längs der ganzen Muskelplatte erfolgt und die Höhle des Urwirbels ist gänzlich verdrängt (Taf. IX Fig. 23). Die Platte hat an Höhe zugenommen und ist nach unten über den »Vornierengang« gewachsen und zur gleichen Zeit näher an die Platte der entgegengesetzten Seite gerückt. Durch das Auseinanderweichen der Zellen des Stranges ist ein deutliches Lumen aufgetreten. Die Wandung des Ganges wird durch eine einfache Schicht regelmäßiger radial angeordneter Zellen gebildet. Der kreisrunde Querschnitt des soliden Stranges ist jetzt nach der Erscheinung des Lumens elliptisch geworden, augenscheinlich durch den von den Muskelplatten ausgeübten Druck. Die Längsachse dieser Ellipse läuft schräg von außen und unten nach innen und oben.

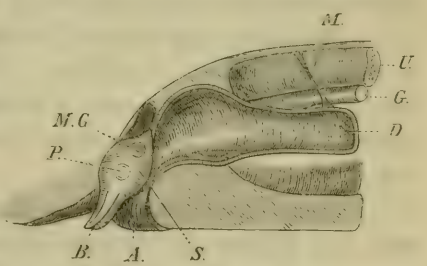
Nach Müller hat dieser Gang schon eine Kommunikation mit der Leibeshöhle in der Nähe des Herzens. Obwohl ich die Richtigkeit dieser Angabe nicht bezweifle, habe ich doch in diesem Stadium die Kommunikation nicht auffinden können. Am nächsten Tage ist diese Öffnung leicht zu sehen, weil sie einen wimpernden Trichter gebildet hat. Anfänglich besteht ein einziges Paar dieser Trichter. Die beiden Gänge zeigen (Taf. X Fig. 33 *KN*) eine Anzahl symmetrisch vertheilter Erweiterungen, welche später in die Leibeshöhle einmünden und zu wimpernden Trichtern werden. (Taf. IX Fig. 25 *KN* zeigt das nächste Stadium, ebenfalls im Längsschnitt.) Die Trichter entstehen also aus den Gängen, und nicht durch Einstülpungen der peritonealen Schicht, wie die Tubuli der Urnieren. Gleichzeitig mit der Bildung der Trichter ist ein Paar Glomeruli zu sehen. Taf. IX Fig. 24 *Gl* zeigt das erste von mir gesehene Stadium, wo sie schon ziemlich weit entwickelt sind und welches dem von Max Fürbringer (Morph. Jahrb. Bd. IV) in seiner Taf. I Fig. 4 abgebildeten Stadium entspricht. Der Glomerulus ist offenbar von Peritonealepithel überzogen und zwar von rundlichen Zellen, welche dicht gedrängt an einander liegen. Ob der Glomerulus eine ähnliche Bildungsweise wie beim Salamander besitzt (Fürbringer's Figuren 2 und 3), kann ich nicht bestimmt sagen. Ein bedeutender Unterschied liegt in der größeren Komplikation der Kopfniere[1] bei den Amphibien im Vergleich mit Petromyzon. Ein anderer Unterschied gründet sich auf die schmalere Leibeshöhle bei Petromyzon, indem in Folge dessen die Glomeruli nicht horizontal liegen, sondern eine schiefe Lagerung einnehmen müssen. In den späteren Stadien werden die die Glomeruli überziehenden Zellen abgeplattet und spindelförmig, gerade wie bei den Amphibien (s. Fürbringer Taf. I Fig. 5). Die mit den Wimpertrichtern beginnenden Tubuli haben sich inzwischen vermehrt und verlängert, so dass die ganze Drüse an Ausdehnung gewonnen hat und den oberen Theil der Leibeshöhle erfüllt. Diesem Wachsthum zufolge sind die Glomeruli nach unten gedrängt und liegen unterhalb und zu beiden Seiten des Darmkanals ohne jedoch ihre Verbindung mit dem Mesenterium und den Blutgefäßen zu verlieren. Dieses ist der erste von W. Müller beobachtete Zustand der Gefäßknäuel. Er persistirt eine ziemlich lange Zeit. Die einzige wei-

[1] Ich gebrauche dieses Wort als Müller's Vorniere entsprechend. »Vorniere« ist zu verwerfen, da diese Bezeichnung auch für die Urniere gebraucht worden ist. Kopfniere veranlasst keine Verwirrung und entspricht dem englischen Ausdruck »Head-kidney«.

tere Differenzirung innerhalb des embryonalen Lebens ist die Bildung einer Anzahl Trichter (2—3) und das Längenwachsthum der Tubuli. Alle diese Theile besitzen ein deutliches Lumen; ihre Wandung beteht aus niedrigen kleinen Epithelzellen und (nach MÜLLER) einer dünnen Bindegewebsschicht. Die durch dünneres Epithel und weiteres Lumen ausgezeichneten Gänge lassen sich schon bei ihrer ersten Bildung weit nach hinten verfolgen. Vor dem Ende der embryonalen Periode bekommen sie eine Einmündung in den Enddarm (Taf. IX Fig. 27 *KNG*), so dass der Exkretionsapparat funktionsfähig ist, lange bevor das Lumen des Mitteldarms auftritt. Damit steht die frühzeitige Entleerung des Enddarms in Verbindung. Nach FÜRBRINGER (loc. cit. pag. 42) giebt es eine solche Mündung nach außen erst bei 5 mm langen Ammocoetes, was aber entschieden unrichtig ist.

Hier möchte ich an den Befund beim Geschlechtsthiere erinnern, bei dem die Urnierengänge in einen vom Darm völlig getrennten Urinogenitalsinus einmünden. Durch die Poren in den Seiten dieses Sinus (Holzschnitt) können die Geschlechtsprodukte von der Leibeshöhle in den Sinus und von diesem durch die Öffnung (*b*) nach außen gelangen. Aus dem Angeführten ergiebt sich manches durch die Vergleichung mit den Vorgängen bei anderen Wirbelthieren Bedeutungsvolle.

Die erste zu betonende Thatsache ist die solide Anlage des Ganges in der erst später ein Lumen sich entwickelt. Dieses erinnert an die Selachier[1], bei denen die Anlage gleichfalls solid ist und erst nachher ein Lumen entwickelt; die Details in den beiden Fällen sind aber verschieden. Bei den Selachiern giebt es eine Verschmelzung der beiden Schichten des Mesoderms im Niveau der Aorta, woraus eine »intermediäre Zellmasse« entsteht; von dieser Masse wird die Anlage des Ganges entwickelt. Der Gang entsteht aber auch in diesem Fall zum größten Theil, wenn



Vertikaler Längsschnitt durch den hinteren Körpertheil eines Neunauges, nach EWART (Journal of Anat. and Phys. Vol. X pag. 490). *A* After. *S* Urogenitalsinus. *B* Öffnung des Urinogenitalsinus. *M. G.* Mündung des rechten Urnierenganges. *P* Der rechte Porus abdominalis. *G* Linker Urnierengang. *U* Linke Urniere. *M* Mesenterialstrang. *D* Enddarm.

[1] Noch mehr an die Störe.. S. SALENSKY loc. cit. Taf. VI Fig. 41—47.

nicht ganz, aus den Zellen der oberen Schicht des Mesoderms. Es kann keine Frage sein, dass die ursprüngliche Bildungsweise des Ganges eine Ausstülpung der Leibeshöhle in dem oberen Blatt des Mesoderms ist, wie wir es bei den Amphibien finden, und dass diese Solidität, welche viele Abtheilungen zeigen, erst später erworben ist. Wichtiger noch ist die Thatsache, dass der Gang nicht durch ein Wachsthum von vorn nach hinten, sondern als eine Differenzirung von schon vorhandenem Gewebe in seiner ganzen Länge entsteht. Durch die Länge des oberen ungegliederten Blattes des Mesoderms werden die Zellen in einer Linie verändert und nachher werden diese Zellen zum Gange. Hierin ist der Vorgang von dem von Balfour beschriebenen (für die Selachier) sehr abweichend. Nach ihm ist es ein wirkliches Wachsthum von vorn nach hinten; diese Ansicht wiederholt er auch in der Abhandlung[1], in welcher er seine frühere Ansicht über die Homologie der Segmentalorgane der Anneliden mit den Urnieren der Vertebraten zurückzieht und sagt, dass es eine scharfe Grenze gäbe zwischen der hinteren Spitze des wachsenden Ganges und dem nachfolgenden mesodermalen Gewebe. Bei den Amphibien dagegen entwickelt sich der Gang durch eine kontinuirliche Ausbuchtung der oberen Mesodermschicht in seiner ganzen Länge; es giebt keine Andeutung eines Wachsthums von vorn nach hinten zu. In dieser Beziehung ist die Übereinstimmung zwischen Amphibien und Petromyzon sehr auffallend. Bei den bis jetzt untersuchten Selachiern entwickelt sich die Kopfniere nicht, aber Balfour betrachtet den ersten Trichter des Ganges als das Äquivalent einer rudimentären Kopfniere. Die Amphibien dagegen besitzen eine große Kopfniere, und in dieser Beziehung stimmt diese Gruppe genauer mit den Cyclostomen überein als die Selachier mit einer von beiden.

Dieses Organsystem ist bei den bis jetzt untersuchten Selachiern sehr hoch differenzirt, weitaus höher als bei Abtheilungen, welche, im Ganzen betrachtet, höhere Typen sind. Die Entwicklung der niedersten Selachier ist noch nicht untersucht worden und diese, z. B. Laemargus borealis[2], können möglicherweise das primitivere Verhalten wiederholen und den Übergang einerseits gegen die höheren Selachier, anderseits in die Richtung der Amphibien vermitteln.

---

[1] Balfour and Sedgwick, On the Existence of a Head-kidney in the Embryo Chick. Quarterly Journ. Microsc. Sc. Jan. 1879 (Anmerk. zu pag. 13 des Separatabdruckes).

[2] Turner, Journ. of Anat. a. Phys. Vol. VIII pag. 289.

Die Übereinstimmung der Cyclostomen und Amphibien in Bezug auf die Kopfniere ist so aufzufassen, dass beide die primitiveren Verhältnisse behalten haben, während die höheren Selachier eine neue Bahn der Differenzirung einschlagen.

Es ist wichtig für die richtige Beurtheilung der morphologischen Bedeutung dieser Organe zu betonen, dass die Trichter der Kopfniere metamer sind. Das allererste Stadium des Organes nach dem Erscheinen des Lumens zeigt zwei einfache Gänge, welche nach vorn durch trichterförmige, wimpernde Öffnungen in die Leibeshöhle einmünden; später bilden sich die Kopfnieren durch metamere Ausbuchtungen der Gänge. Dieses erste Stadium entspricht wahrscheinlich einem von Ahnen außerhalb des Wirbelthierstammes ererbten Zustande, wie ein solcher dem von Bütschli[1] angeführten Befunde der Excretionsorgane bei den Plattwürmern entspricht. In dem zweiten Stadium, dem der eigentlichen Kopfnieren, ist die erste Entwicklung des Excretionsapparates der eigentlichen, obgleich sehr primitiven Vertebraten zu sehen. Die ältesten Öffnungen stehen am weitesten nach vorn, eine Thatsache, die ganz gut mit der Ansicht harmonirt, dass der Kopf der älteste Theil des Organismus ist; sie spricht aber gegen die Ansicht, dass die Kopfnieren eben so alt wie die Gänge selbst sind. Für eine Zeit lang bilden die Kopfnieren die einzigen Excretionsorgane, welche die Larven besitzen. Die Zahl der Trichteröffnungen zu der Zeit des Ausschlüpfens der Larve aus dem Ei ist nicht gerade konstant, zu keiner Zeit habe ich mehr als fünf Trichter gesehen, in der Regel giebt es drei bis vier.

Heidelberg, im August 1880.

Erklärung der Abbildungen.

Tafel VII.

KB Das von mir als Keimbläschen betrachtete Gebilde. *N* Nucleolus. *Ep* Follikelepithel. *FH* Furchungshöhle. *RK* Das problematische richtungskörperähnliche Gebilde. *EHt* Eihaut. *AD* Äußere Dotterschicht. *ID* Innere Dotterschicht.

Fig. 1. Querschnitt durch den Eierstock eines $1^1/_2$ Monat vor der Laichzeit getödteten Weibchens.

---

[1] Zoolog. Anzeiger 1879. pag. 588, 589.

Fig. 2 u. 3. Unreife Eier aus demselben um die Größen-Verhältnisse zwischen Keimbläschen und Ei zu zeigen.

Fig. 4. Das Bläschen von Fig. 3 vergrößert.

Fig. 5. Ein Ei aus dem Ovarium in Fig. 1, welches einen der Kerntheilung ähnlichen Vorgang zeigt.

Fig. 6. Furchungsstadium mit 4 Kugeln, von oben gesehen.

Fig. 7. Schnitt durch ein Ei mit 8 Furchungskugeln.

Fig. 1 mit Zeiss A. (ohne untere Linse) Oc. 2, Fig. 2, 3 und 5 mit A. Oc. 2, Fig. 4 mit D. Oc. 2, Fig. 7 mit B. Oc. 4 und Fig. 6 mit Lupe gezeichnet.

Tafel VIII.

FH Furchungshöhle. *M* Eingestülptes Mesoderm. *DM* Dottermesoderm. *En* Eingestülptes Entoderm. *En'* Dotterentoderm. *Bp* Blastoporus. *UD* Urdarmhöhle. *MR* Medullarrohr. *Ch* Chorda dorsalis. *Ur* Urwirbel. *OSM* Obere Mesodermschicht. *USM* Untere Mesodermschicht. *SP* Seitenplatten des Mesoderms. *SchM* Subchordales Mesoderm. *L* Leibeshöhle. *KE* Kopfeinschnürung. *KNG* Kopfnierengang.

Fig. 8. Ei am Ende der Furchung (Morula-Stadium) mit mehrschichtiger Decke der Furchungshöhle.

Fig. 9*a* und 9*b*. Zwei Sagittalschnitte durch Eier in zwei auf einander folgenden Einstülpungsstadien. Sie sind seitlich von der Mittellinie genommen, so dass das eingestülpte Mesoderm getroffen ist.

Fig. 9*c*. Von demselben Embryo wie 9*b*, aber mehr seitlich genommen. Der Schnitt zeigt die angedeutete ventrale Einstülpung.

Fig. 10*a*. Sagittalschnitt durch die fertige Gastrula, etwas seitlich von der Mittellinie, die Mittellinie ist aber vom Vorderende getroffen, wo das Entoderm das Ektoderm unmittelbar berührt.

Fig. 10*b*. Sagittalschnitt durch die Mittellinie desselben Embryo; etwas chematisirt.

Fig. 11*a*. Querschnitt durch den Blastoporus einer Gastrula; er zeigt die beginnende Differenzirung des Dottermesoderms.

Fig. 11*b*. Querschnitt durch den mittleren Theil eines etwas älteren Embryo, mit erstem Anfang des Medullarrohres, und einer Andeutung der Bildung des Dottermesoderms.

Fig. 12. Querschnitt durch denselben Theil eines sehr wenig älteren Embryo, mit Weiterbildung des Medullarrohres (8. Tages).

Fig. 13. Querschnitt durch den vorderen Theil eines Embryo des 8. Tages, einige Stunden älter als Fig. 12.

Fig. 14. Querschnitt durch die vordere Gegend eines Embryo des 9. Tages. Anfang der Chordabildung.

Fig. 15. Mittlerer Querschnitt durch einen Embryo vom 10. Tage. Spaltung des Mesoderms.

Fig. 16. Vorderer Querschnitt durch einen Embryo vom 11. Tage.

Fig. 17. Ähnlicher Schnitt von demselben Tage, aber etwas später. Bildung der Urwirbel.

Fig. 18. Hinterer Querschitt vom 12. Tage.

Fig. 19. Ähnlicher Schnitt vom 13. Tage; zeigt die erste Bildung von Muskelzellen.

Fig. 20. Querschnitt durch ein Ei vom 13. Tage. Der gebogene Embryo wird zwei Mal getroffen. Der Schnitt zeigt den Unterschied im Bau zwischen den vorderen und hinteren Theilen des Rückenmarkes.

Fig. 21. Hinterer Querschnitt durch einen Embryo des 14. Tages. Erste Erscheinung der Anlage der Kopfnierengänge.

Fig. 12, 13, 15, 16, 17, 18, 19 und 21 mit A. Oc. 4, die anderen mit A. Oc. 2 gezeichnet.

Tafel IX.

MR Medullarrohr. *Ch* Chorda dorsalis. *Msk* Muskelzellen. *MskP* Muskelplatten. *Ur* Urwirbel. *SP* Seitenplatten des Mesoderms. *SchM* Subchordales Mesoderm. *DFB.* Darmfaserblatt. *KNG* Kopfnierengang. *KN* Kopfniere. *Tr* Trichter der Kopfniere. *Gl* Glomerulus. *VD* Vorderdarm. *ED* Enddarm. *G* Gehirn. *HH* Hinterhirn. *RM* Rückenmark. *Schl* Schlund. *PAD* Postanaler Darm. *Th* Thyreoidea. *L* Leber. *MB* Mundbucht. *NHE* Gemeinsame Einbuchtung für Nasengrube und Hypophysis. *OL* Oberlippenfortsatz. *UL* Unterlippenfortsatz. *GH* Gehörbläschen. *KS* Kiemenspalten. *Pp* Kopfhöhlen. *Aor* Aortenbogen.

Fig. 22. Querschnitt durch den hinteren Theil eines Embryo des 15. Tages. Solide Kopfnierengänge.

Fig. 23. Querschnitt durch den vorderen Theil eines Embryo des 16. Tages.

Fig. 24. Querschnitt durch den vorderen Theil eines Embryo des 17. Tages.

Fig. 25. Längsschnitt (sagittal) eines Embryo des 18. Tages.

Fig. 26. Querschnitt durch den hinteren Theil eines reifen Embryo.

Fig. 27. Hinterer Querschnitt von einem reifen Embryo, weiter nach hinten.

Fig. 28. Querschnitt durch den Schwanz eines reifen Embryo.

Fig. 29. Querschnitt durch den Kopf eines Embryo des 18. Tages.

Fig. 30. Querschnitt durch den Rumpf desselben Embryo.

Fig. 31 u. 32. Zwei Längsschnitte (sagittal) durch den Kopf eines Embryo des 17. Tages.

Sämmtliche Figuren mit A. Oc. 4 gezeichnet.

Tafel X.

VH Vorderhirn. *MH* Mittelhirn. *HH* Hinterhirn. *GHm* Großhirn. *RM* Rückenmark. *AB* Augenbläschen. *E* Epiphysis. *I* Infundibulum. *RE* Riechepithel. *GH* Gehörbläschen. *Pp* Kopfhöhlen. *Aor* Aortenbogen. *KN* Kopfniere. *KNG* Kopfnierengang. *Ur* Urwirbel. *Myo* Rumpfsegmente. *Schl* Schlund. *MB* Mundbucht. *KS* Kiemenspalten. *Th* Thyreoidea. *ED* Enddarm. *A* After. *CNE* Canalis neuro-entericus. *Ch* Chorda.

Fig. 33. Längsschnitt (sagittal) durch den Kopf eines Embryo des 17. Tages.
Fig. 34. Sagittaler Längsschnitt durch den Schwanz eines reifen Embryo.
Fig. 35. Sagittallängsschnitt durch den Kopf (18. Tages).
Fig. 36. Querschnitt durch den Schlund (13. Tages).
Fig. 37. Querschnitt durch den Schlund (15. Tages).
Fig. 38. Querschnitt durch den Schlund (17. Tages).
Fig. 39. Horizontalschnitt durch den Rumpf eines Embryo des 14. Tages.
Fig. 40. Horizontalschnitt durch den Kopf eines Embryo des 16. Tages.
Fig. 41 u. 42. Zwei Horizontalschnitte durch das Hirn (18. Tages).
Fig. 43. Horizontalschnitt durch das Hirn (18. Tages).

Figuren 33—36 A. Oc. 2. Figuren 37—43 A. Oc. 4.

Tafel XI.

Schemata.

Ht Haut. *FH* Furchungshöhle. *Bl* Blastoporus. *Ec* Ektoderm. *En* Eingestülptes Entoderm. *DEn* Dotter-Entoderm. *M* Eingestülptes Mesoderm. *DM* Dotter-Mesoderm. *UD* Urdarmhöhle. *As* Ausstülpungen des Darmes, welche das Mesoderm entwickeln. Andere Buchstaben wie in den vorigen Tafeln.

Fig. 44. Längsschnitt durch einen reifen Embryo, schematisirt.

In den folgenden Reihen ist die erste Figur jeder Reihe ein Längsschnitt durch das Blastoderm am Anfang der Einstülpung, die beiden anderen sind Querschnitte durch das Ei, um die Bildung des Mesoderms zu zeigen. Reihe *A* ist Amphioxus nach Kowalevsky schematisch entworfen, Reihe *B* eine hypothetische Zwischenform zwischen Amphioxus und Petromyzon, Reihe *C* ist Petromyzon.

In Reihe *B* ist Fig. I (48) von Balfour mit Modifikationen genommen.

In Reihe *A* ist das Mesoderm als zwei hohle Ausstülpungen des Darmkanals gebildet, in Reihe *B* als solide Wucherungen desselben, und in *C* entsteht das Blatt mit der Einstülpung. Fig. II und III in *B* sind früher in *B* als in *A* und früher in *C* als in *B*, wie durch die Bildung der Chorda und des Rückenmarkes deutlich gemacht wird.

Fig 1

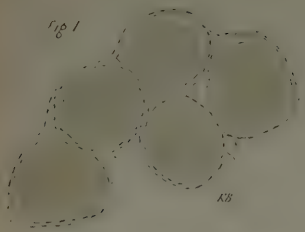


Fig 2

Fig 3

Fig. 4.

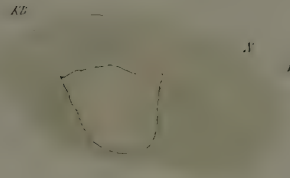


Fig 5

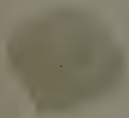
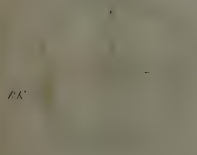


Fig. 7

Fig 6.



Taf. VIII.

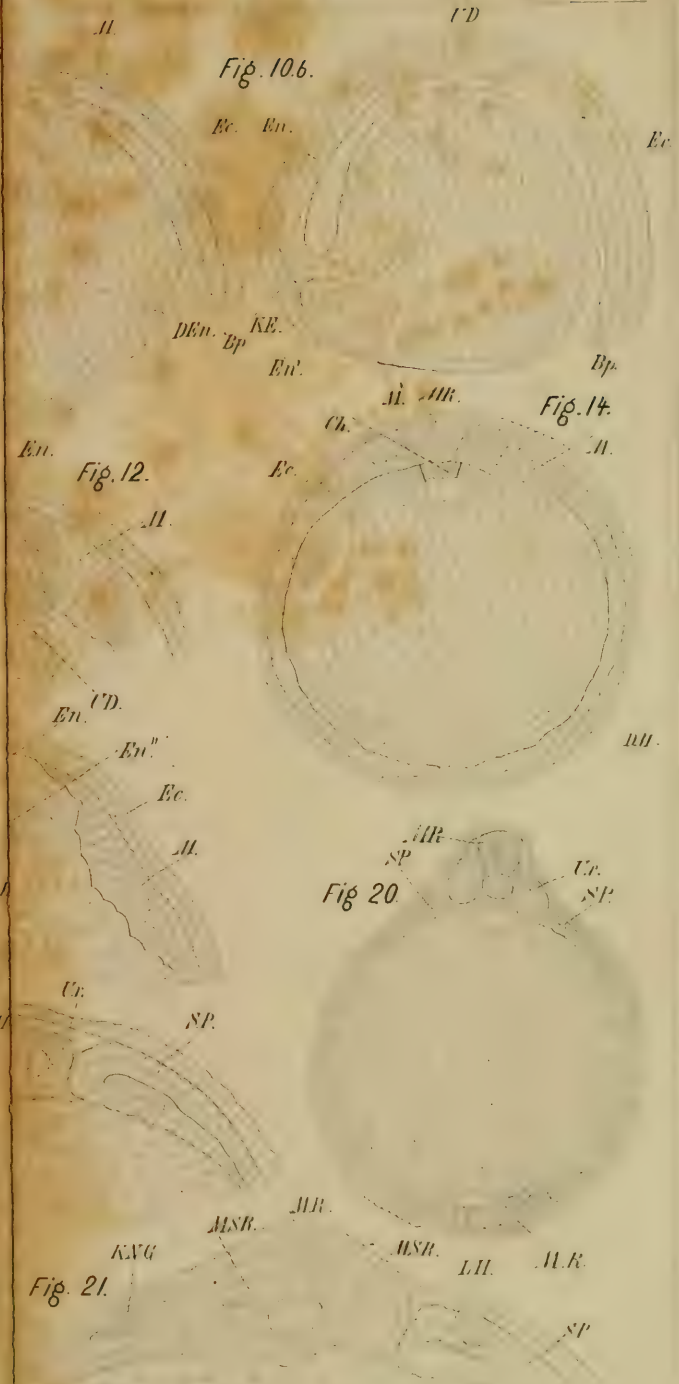
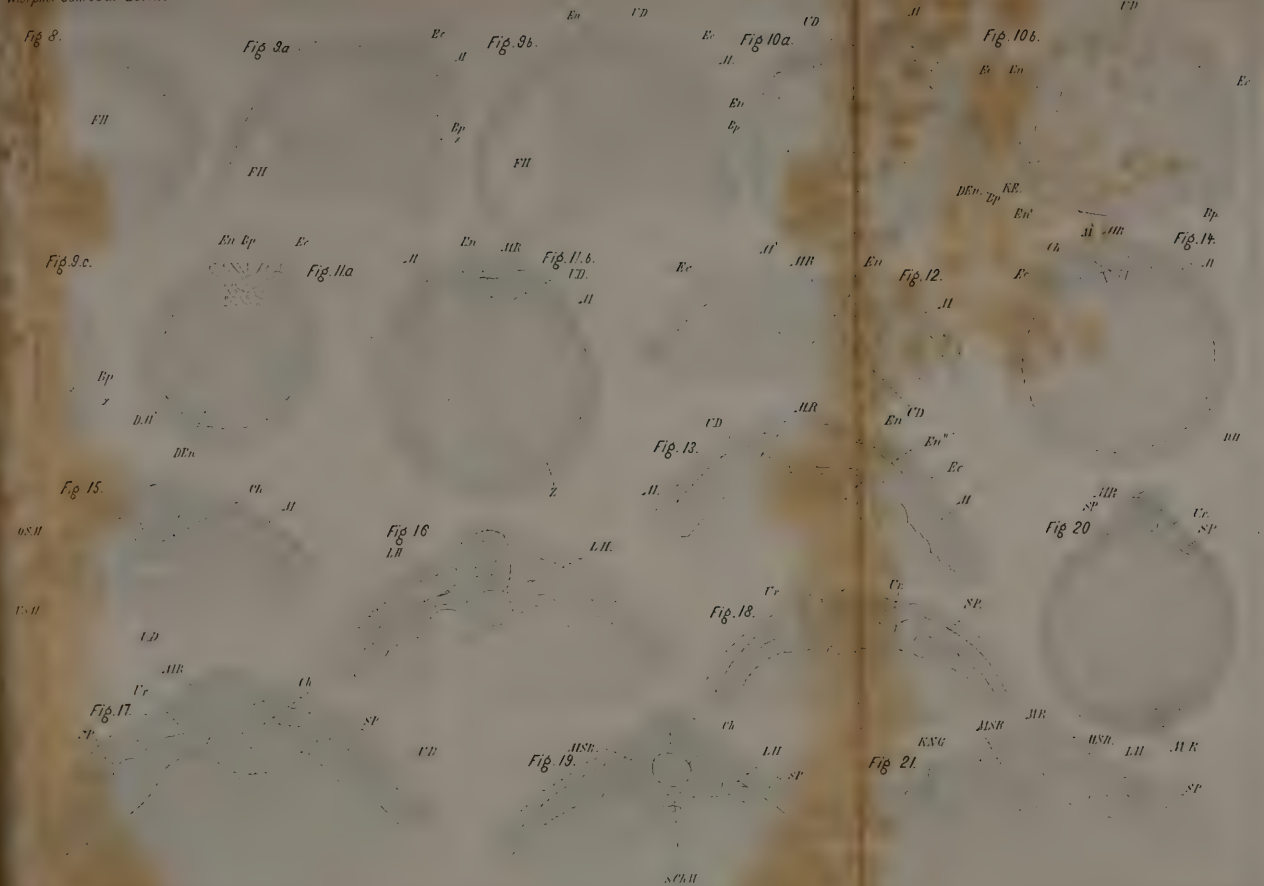


Fig. 10.6.
M.
UD
Ec.
En.
Ec.
DEn.
Bp
KE.
En'.
Bp.
Fig. 14.
M.
MR.
Ch.
M.
Ec.
En.
Fig. 12.
M.
UD.
En.
En''.
Ec.
M.
DH.
MR
SP
Ur.
SP.
Fig 20.
Ur.
SP.
MR.
MSR.
MSR.
KNG
LH.
M.R.
Fig. 21.
SP



Wilh. Engelmann, Leipzig

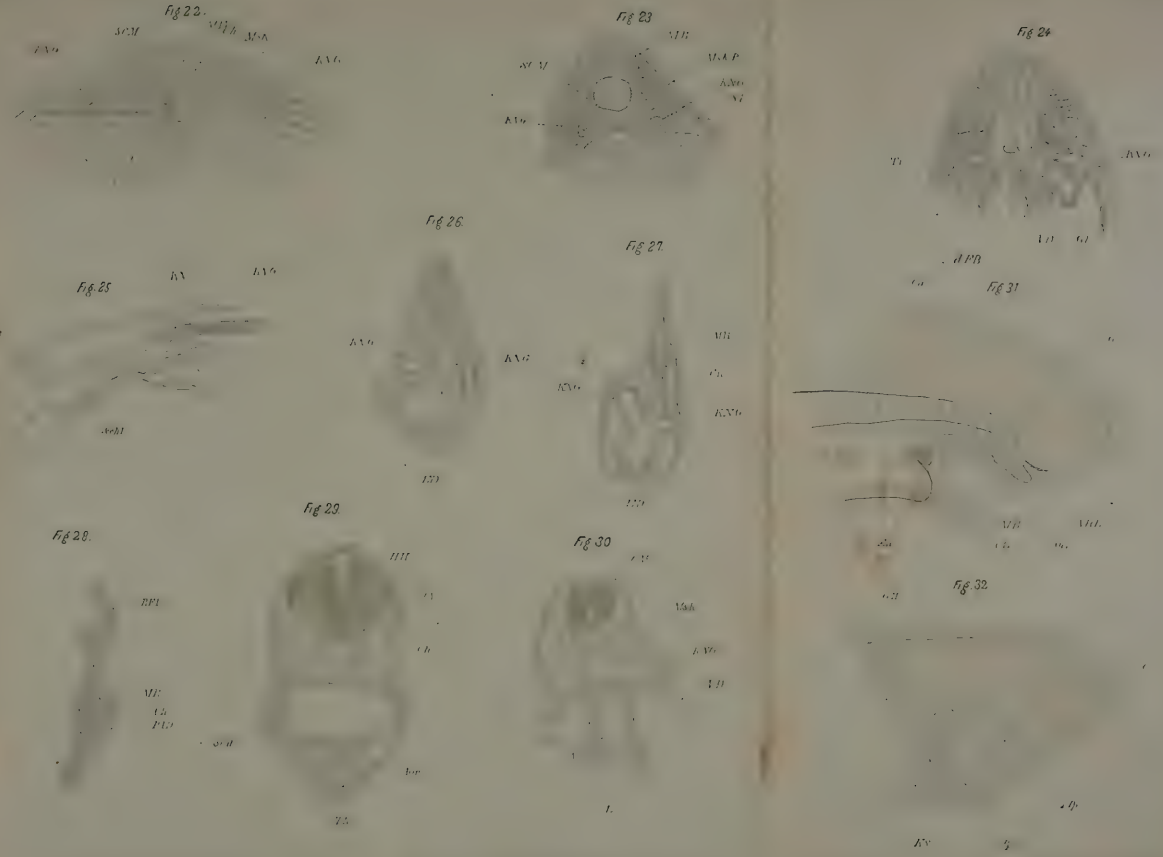
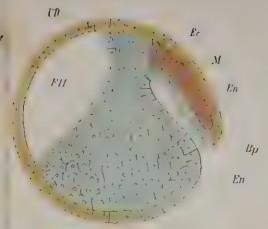
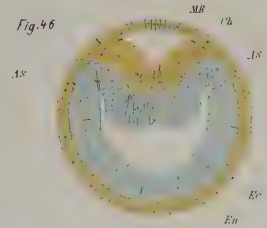


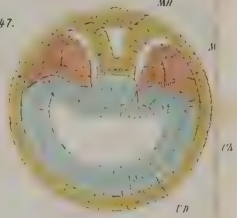
Fig 22.
Fig 23
Fig 24
Fig 25
Fig 26.
Fig 27.
Fig 28.
Fig 29.
Fig 30
Fig 31
Fig 32.

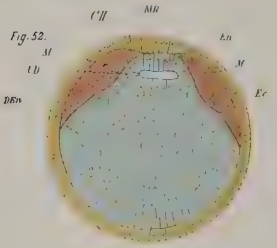
Verl. v. Wilh. Engelmann, Leipz.

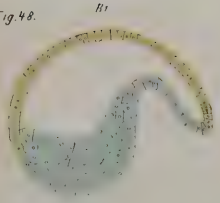
Lith. Anst. v. J. C. Bach, Leipzig

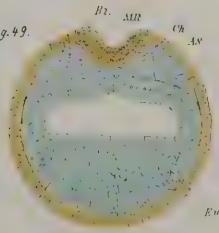


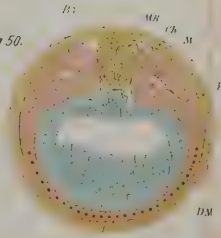


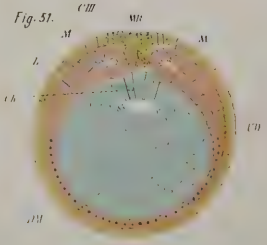












Verlag v. Wilh. Engelmann Leipzig

Lith. Anst. v. J.G. Bach, Leipzig

Über die Pars facialis des Lacrymale des Menschen.

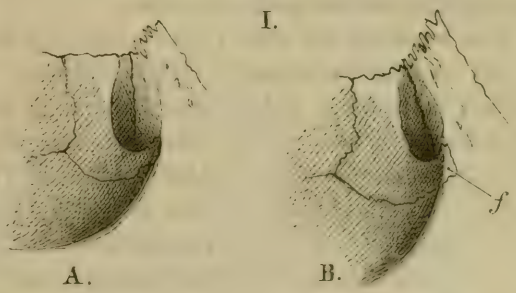
Von

C. Gegenbaur.

Mit 2 Holzschnitten.

Das Thränenbein des Menschen ist bekanntlich nicht durch zahlreiche Variationen bedeutender Art ausgezeichnet. Theilungen sind beschrieben, accessorische Thränenbeine, auch der Mangel des Knochens ist beobachtet. Außer diesen Abweichungen vom gewöhnlichen Befunde besteht aber noch ein Verhältnis, welches diesem unansehnlichsten aller Schädelknochen ein größeres Interesse abgewinnen lässt, und auf welches ich die Aufmerksamkeit lenken möchte. Wer selbst ein wenig reiches Material von Schädeln auf die Befunde der Lacrymalia prüft, wird finden, dass mit dem Wechsel des Umfanges, der Breite und Höhe des Knochenplättchens und dem Vorkommen von Ossifikationslücken, die Entfaltung des von der Crista sich fortsetzenden als Hamulus bezeichneten Theiles große Verschiedenheiten darbietet. Bei einer Anzahl von Schädeln ist dieser Hamulus ganz unansehnlich, erscheint als das etwas vorwärts gewendete Ende der Crista und schließt den Eingang in den Canalis lacrymalis keineswegs lateral ab, überlässt dieses vielmehr dem Oberkieferknochen. Daran reihen sich Befunde, in denen der größere Hamulus auch größeren Antheil an jenem Abschlusse hat und so kann man dann den Hamulus durch eine Reihe von Zuständen verfolgen, bis von ihm die Kante des Infraorbitalrandes erreicht wird. Er geht dann mit seinem äußeren Ende in die Fortsetzung jener Kante über Fig. I *A*. Diese Ausdehnung des Hamulus ist meist mit einer Ver-

I.



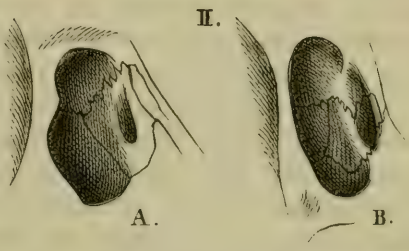
A. B.

breiterung verbunden. Beides gehört zu den nicht häufigen Fällen. Unter 120 hierauf untersuchten Schädeln finde ich nur fünf mit jener Gestaltung des Hamulus. Mit der Erreichung des Infraorbitalrandes hat der Hamulus einen wenn auch kaum bemerkbaren Antlitztheil gewonnen und dieser ist es, der in noch selteneren Fällen bedeutender ausgebildet, diese Zeilen veranlasste. So wenig die bloße Seltenheit jene Fälle interessant macht, eben so wenig werden sie durch das höchst geringe Volum jenes Skelettheiles unwichtig, denn ihre Bedeutung geht aus den Beziehungen hervor, die durch sie sich kundgeben. In jenen Fällen setzte sich die Orbitalfläche des Lacrymale auf den breiten Hamulus fort, der den Infraorbitalrand erreichend in einen massiven Knochentheil überging. Dessen konkave mediale Fläche begrenzte lateral den Eingang des Thränennasenganges. Die laterale Fläche erhob sich zu einer Kante, welche den Infraorbitalrand des Oberkiefers medial und aufwärts fortsetzte, in einen Ausschnitt des Oberkiefers eingefügt war und mit seinem oberen Rande in die Crista lacrymalis anterior überging (Fig. I *B*, *f*). Dieses Abschlussstück des Hamulus bot somit zwei von der Kante her sich abdachende äußere Flächen dar, die hintere orbitale setzte sich zur Orbitalfläche des Lacrymale fort, die vordere kam an der Antlitzfläche des Schädels zum Vorschein und stempelte die gesammte Bildung zu einer Pars facialis des Thränenbeins. Beide Schädel boten den Befund beiderseits, und zwar ziemlich gleichartig, die Unterschiede waren unwesentlicher Art. Der eine jene Pars nasalis etwas größer als im andern Falle zeigende Befund ist in Fig. I *B* dargestellt. Von ca. 200 auf dieses Verhalten geprüften Schädeln waren jene beiden die einzigen, an denen die Infraorbitalkante jener Pars facialis deutlich ausgeprägt war.

Das Interesse für eine Pars facialis des Lacrymale ergiebt sich aus der Geschichte dieses Schädelelementes. In den Abtheilungen niederer Säugethiere gehört das Lacrymale den Anlitzknochen an, wie es auch bei Sauropsiden einen größtentheils an der Schädeloberfläche liegenden Knochen bildet. Bei den Prosimiae hat es diese faciale Lage derart bewahrt, dass selbst der Canalis lacrymalis nicht in der Orbita beginnt. Die Insectivoren und Chiropteren schließen sich darin an. Bei den meisten Edentaten ist eine Pars facialis und Pars orbitalis gleich stark entwickelt. Auch bei manchen Marsupialien ist der faciale Theil stark ausgeprägt, und die Ungulaten zeigen ihn bekanntlich in beträchtlicher Ausdehnung. Carnivoren und Nager lassen dagegen diesen Theil nur schwach erkennen, bei man-

chen ist er am Orbitalrande kaum bemerkbar. Bei den Affen soll der Knochen wie beim Menschen sich verhalten (Köstlin, Der Bau des knöchernen Kopfes, Stuttg. 1844, Stannius, Vergl. Anat.). Man pflegt zu sagen das Thränenbein sei hier in die Orbita zurückgetreten. Diese Übereinstimmung der Affen mit dem Menschen ist aber nicht so voll zu nehmen, denn bei den Affen bestehen bedeutende Verschiedenheiten.

Aus der Untersuchung des Materiales der anatomischen Sammlung, so wie einer größeren Anzahl von Schädeln, die mir Herr Professor Bütschli aus dem zoologischen Museum freundlichst zu jenem Zwecke lieh, hebe ich in der Kürze Folgendes hervor. Bei Ateles und Mycetes liegt die Fossa lacrymalis noch nicht in der Orbita. Bei Ateles (Fig. II *B*) läuft der Infraorbitalrand, nachdem er gegen die Fossa zu abflachte, in zwei Schenkel aus, der hintere geht in die zwar nicht scharfe aber stark vortretende Crista posterior über, der vordere läuft gegen den Nasenrücken aus. Das Lacrymale bildet den größten Theil der Umwandung der Fossa, auch die obere Hälfte der Crista anterior und tritt mit seinem vorderen oberen Winkel gegen das Nasale, so dass der Proc. frontalis des Oberkiefers nur ganz schmal das Stirnbein erreicht. Bei Mycetes ist er durch das Lacrymale ganz davon abgedrängt. Hier wird auch die ganze Fossa l. vom sehr ansehnlichen Lacrymale umschlossen (Fig. II *A*), ein Zustand, der am meisten dem der Prosimier sich nähert.



Bei den Katarrhinen (Semnopithecus, Inuus, Cercopithecus, Cercocebus, Cynocephalus, ist die Lage der Fossa l. zweifellos orbital. Alle besitzen den die laterale Umgrenzung der Fossa bildenden Theil des Lacrymale — der beim Menschen den Hamulus vorstellt — zu einer ansehnlichen Fläche entfaltet, und fast die ganze Grube wird vom Knochen umschlossen. Die Crista anterior liegt daher entweder ganz auf dem Lacrymale, oder sie wird durch die Verbindung desselben mit dem Stirnfortsatze des Oberkiefers gebildet. Cercopithecus besitzt auch den oberen vorderen Fortsatz. Die vordere Begrenzung der Grube bildet ein kleiner Theil des Oberkiefers bei Semnopithecus (S. nasicus). Inuus (I. syl-

vanus), mit einem Minimum bei I. cynomolgus. Es bestehen selbstverständlich auch hier manche individuelle Verschiedenheiten. Der Orbitalrand ist bei jungen Exemplaren von Cynocephalus lateral von der Fossa l. bedeutender als bei den andern abgeflacht, man kann ihn eben so gut auf die Crista posterior wie auf die gleichfalls vom Lacrymale gebildete Cr. anterior fortgesetzt denken. Daran schließt sich Cercopithecus. Sie erinnern also an das Verhalten der Platyrrhinen. Bei erwachsenen Cynocephalen tritt er entschieden auf die vordere Crista über. Am meisten tritt aus der Reihe aller dieser Formen Nyctipithecus (N. trivirgatus), bei welchem die Crista anterior ganz vom Oberkiefer gebildet wird. Hier ist unter den Platyrrhinen der Zustand erreicht, der erst unter den höheren Katarrhinen zum Vorschein kommt. Das Lacrymale drängt aber den Oberkiefer fast völlig vom Stirnbein ab, damit an Mycetes und Ateles erinnernd[1].

Unter den höheren Katarrhinen findet sich die niederste Form des Lacrymale bei Hylobates durch die große Breite des lateral die Fossa begrenzenden Theiles. Schmaler ist dieser Theil beim Orang, es besteht hier wie bei Troglodytes ein Hamulus, der dem des Menschen ähnlich ist, wie immer auch die Gestaltung des gesammten Lacrymale von der menchlichen Form abweicht. Die Crista anterior bildet immer der Oberkiefer.

Das von Befunden an Thieren Angeführte genügt, um zu zeigen, dass dem Lacrymale in niederen Zuständen eine faciale Ausdehnung zukommt, und dass die Pars facialis in den höheren Abtheilungen Rückbildungen erleidet, wodurch die Pars orbitalis zur ausschließlichen Repräsentanz gelangt. In dem Maße als diese Rückbildung stattfindet und dadurch die vordere Umgrenzung des Canalis lacrymalis vom Thränenbein aufgegeben wird, tritt der Stirnfortsatz des Oberkiefers dafür ein, und gelangt vorn zur Umschließung jener Grube. Das ist beim Menschen wie bei anthropoiden Affen zur Regel geworden: der Hamulus ist der Rest der Verbindungsstrecke von Pars orbitalis und P. facialis. Sein Übergang in eine Pars facialis, wie sie oben vom Menschen beschrieben ward, verweist also auf einen niederen Zustand, der in jenen Fällen vom Thränenbein wiederholt wird. Es gehören diese Fälle in die Reihe der atavistischen Bildungen, die uns auch hier wieder einen, für sich betrachtet als bloße Ausdehnung und mächtigere Gestaltung eines Knochenstückchens erscheinenden Befund durch die vergleichende Anatomie in seinem natürlichen Zusammenhang erkennen lassen.

[1] Man vergl. auch Taf. XV Bd. I dieses Jahrbuchs.

Der Organismus der Cilioflagellaten.

Eine phylogenetische Studie.

Von

R. S. Bergh,
in Kopenhagen.

Mit Tafel XII—XVI.

Vorbemerkungen.

Für die vorliegende Arbeit bildeten den Ausgangspunkt und ursprünglichen Anlass Betrachtungen über die Verwandtschaftsbeziehungen der verschiedenen Protistengruppen unter einander. Dass ich mir gerade die Cilioflagellaten als Objekte dieser ersten Untersuchungen erwählte, geschah aus drei Ursachen: erstens schienen mir dieselben eine Gruppe zu bilden, die in morphologischer Beziehung gute Ergebnisse versprach, weil die meisten derselben feste Skelete besitzen, und eine ziemlich große Mannigfaltigkeit der Formen besteht; außerdem schienen mir dieselben von früheren Verfassern nur ziemlich oberflächlich behandelt zu sein; dann kam es mir ganz besonders interessant vor ihre Verwandtschaftsbeziehungen zu den übrigen Protistengruppen zu untersuchen, weil sie mit dem Charakteristicum der Flagellaten (dem Flagellum) noch dazu einen Wimperkranz besitzen, was ja für die peritrichen Ciliaten charakteristisch ist; endlich stand mir von diesen Formen ein sehr reiches Material zu Gebot.

Meine ersten Beobachtungen über Cilioflagellaten wurden im August 1879 in Strib (an der Insel Fyen, am »lille Baelt« gemacht, doch waren dieselben nur ganz gelegentlich angestellt und sehr lückenhaft; ich war damals mit ganz anderen Untersuchungen be-

schäftigt. Dann aber brachte mir ein Freund, Cand. mag. M. Traustedt, der sich ebenda bis Mitte September[1] aufhielt, ein vorzüglich reiches, in Spiritus konservirtes Material und stellte mir dasselbe ganz zur Verfügung. Danach begann ich im Winter 1879—1880 die Untersuchungen über die Meeresformen, und setzte dieselben an dem Spiritusmaterial bis Juni fort; außerdem stellte ich im Frühjahr die ersten Beobachtungen über die Süßwasserformen an. Endlich verbrachte ich den ganzen Monat Juli und den Anfang des August wieder in Strib um die am Spiritusmaterial vorgenommenen Untersuchungen an lebenden Objekten zu erweitern und zu vervollständigen, und glaube jedenfalls, was die marinen Formen betrifft, ein reicheres und vollständigeres Untersuchungsmaterial als irgend einer der früheren Forscher gehabt zu haben. Ein (zwar nur kleiner) Theil der Untersuchungen wurde schließlich im botanischen Laboratorium der Universität Kopenhagen angestellt, dessen Leiter, Herrn Dr. Eug. Warming, ich mir erlaube für seine freundliche Theilnahme und Entgegenkommen meinen besten Dank auszusprechen.

Bevor ich die Resultate dieser Untersuchungen vorlege, kann ich es nicht unterlassen einige allgemeine Bemerkungen vorauszuschicken. Indem sich nämlich die Untersuchungen immer mehr erweiterten, drängten sich mir viele neue Gesichtspunkte und Auffassungen auf, und darunter auch Ansichten, welche mir am Anfang der Arbeit ganz paradox hätten scheinen müssen. So z. B. die Betrachtung, dass die Peritrichen die ältesten Ciliaten seien: man wird ja hier von vorn herein sagen, dass die Holotrichen als die am wenigsten differenzirten Formen die phylogenetisch ältesten sind. Aber lassen sich dieselben mit einer anderen Gruppe von Protisten, aus der sie abgeleitet werden können, verknüpfen? So weit mir bekannt, nicht! — Auch die Ableitung der Rhizopoden von den Flagellaten habe ich erst nach vielem Entgegenstreben angenommen.

Die Phylogenie der Protisten ist vielleicht eins der schwierigsten Probleme der ganzen morphologischen Wissenschaft. Von den drei Hilfsquellen derselben, der Palaeontologie, der Ontogenie und der vergleichenden Morphologie können wir aus leicht zu ersehenden Gründen meistens nur die letzte berücksichtigen, und auch diese kann hier leicht auf Irrwege führen. Während wir nämlich bei derartigen

[1] Bekanntlich ist hier wie in der übrigen Nordsee September der an Cilioflagellaten allerreichste Monat, in welchem auch das stärkste Meeresleuchten sich findet.

Untersuchungen über höhere Thiere und Pflanzen eine größere Reihe von Merkmalen zu vergleichen haben, aus deren Kombination leichter ersichtbar wird, was Homologie, was Analogie ist, ist bei den (meisten) Protisten der ganze Organismus in einer einfachen Zelle zusammengedrängt. Wir sind also hier gewöhnlich gezwungen nur ganz einzelne Organe (d. h. physiologische Organe) als für die Phylogenie oder Systematik maßgebend zu berücksichtigen. Diese Organe sind wesentlich die Skelet- und Bewegungsapparate, und wo erstere fehlen (wie bei den meisten Ciliaten), sind wir allein auf letztere verwiesen. Wie leicht kann aber bei einer solchen Einfachheit im Baue eine nur analoge Reihe als homolog erscheinen! Ich muss daher mich noch über die Bedeutung äußern, welche den hier gegebenen phylogenetischen Erörterungen und ihrem graphischen Ausdruck, den Stammbäumen, beigemessen werden dürfen. Dieselben sind nur dazu bestimmt den gegenwärtigen Stand unserer Kenntnisse präcis auszudrücken und es zu versuchen einige bisher ganz unerklärte Thatsachen etwas verständlicher zu machen. Natürlich müssen ja hier auch subjektive Auffassungen mit ins Spiel kommen, und einige dieser Erklärungsversuche werden vielleicht eine nur ephemere Bedeutung haben; nur die innerhalb der Cilioflagellaten gemachten Ausführungen dürften wohl eine mehr bleibende Bedeutung beanspruchen. Aber jedenfalls glaube ich, dass hier eine neue Theorie in ihren Grundzügen skizzirt wird, die jedenfalls den älteren vorzuziehen ist: auch rufen solche neue Gesichtspunkte gewöhnlich Diskussion hervor, was der Wissenschaft immer nur nützlich sein kann.

Möge dann meine Arbeit nur in dem hier ausgesprochenen Sinne beurtheilt werden!

Strib, Juli 1880.

Erster Abschnitt.

Geschichte der Cilioflagellatenforschung, eine kritische Studie.

Indem ich die älteren[1] ganz unsicheren Beschreibungen, aus denen man keine Cilioflagellatenformen wiedererkennen kann, über-

[1] Aus den Bemerkungen von LEEWENHOOK (Observations communicated to the Publisher, concerning little Animals by him observed in Rain-Well-Sea- and Snow-water, as also in water, wherein Pepper had lain infused. Philosophical Transactions, Num. 133. 1677. pag. 826—827) kann unmöglich entschieden werden, ob er marine Ceratien vor sich gehabt hat.

gehe, wende ich mich gleich zum ersten Verfasser, der brauchbare Definitionen und Zeichnungen geliefert hat.

Dieser Mann ist der dänische Zoologe Otto Friedrich Müller (1—3). Derselbe definirt in seinem berühmten Infusorienwerke (3) drei Cilioflagellatenformen, die er ganz verschiedenen Gattungen einordnet, wie man schon aus den Namen ersehen kann: Bursaria hirundinella, Cercaria tripos, Vorticella cincta. Während er so die Zusammengehörigkeit dieser Formen nicht erkennen konnte, hat er in seiner letzten Form (Vort. cincta) zwei durchaus verschiedene Arten vereinigt, nämlich Glenodinium cinctum und Peridinium tabulatum (resp. Fig. 5 und Fig. 6). Sonderbar genug hat Müller den Flimmergürtel bei seiner Cercaria tripos nicht gesehen, während er ihn bei den beiden anderen Formen sowohl im Text bespricht als auch (durch seinen Bruder) abbildet.

Der nächste Verfasser, welcher Cilioflagellaten studirt hat, ist F. von Paula Schrank (4—6). In seiner ersten Mittheilung (4) stellt dieser Verfasser die Gattung Ceratium (»Hornwurm«) auf, welche er auf zwei Arten basirt, C. pleuroceras, mit welchem Namen er eine wenige Jahre vorher von Hermann[1] beschriebene Form belegt, und eine angeblich neue Form, C. tetraceras. Später (5) definirt er noch eine neue Form, C. macroceras, die sich von C. tetraceras nur durch die Länge der Hörner unterscheiden soll; auch macht er auf die Ähnlichkeit mit Müller's Bursaria hirundinella aufmerksam, welche er zu dieser Gattung hinzieht. Mit Recht hat Ehrenberg seine zwei Arten in eine verschmolzen; dagegen sind sie offenbar mit seinem Peridinium cornutum nicht identisch, worauf auch Perty aufmerksam gemacht hat; aber dieser Verfasser identificirt Müller's Bursaria hirundinella mit Ehrenberg's Perid. cornutum, was auch verkehrt ist. — Die Arbeiten Schrank's stehen, sowohl was die Beschreibungen wie besonders was die Zeichnungen betrifft, weit unter denjenigen Müller's.

Ohne Ceratium tripos aus Autopsie zu kennen sah C. L. Nitsch (7), indem er die Müller'sche aus äußerst heterogenen Elementen zusammengesetzte Gattung Cercaria zerstückelte, ein, dass die genannte Form ein Ceratium, keine Cercaria sei.

In der »Encyclopédie méthodique« (8) schlägt Bory de St. Vin-

[1] Des Herrn Prof. Hermann in Straßburg helminthologische Bemerkungen. III. Der Naturforscher. XX. 1784. pag. 151. Taf. III, Fig. 28. Was Hermann hier für ein Wesen gesehen hat, ist nach seiner Zeichnung und Beschreibung nicht leicht bestimmbar; doch war es offenbar keine Cilioflagellate.

CENT vor aus MÜLLER's Bursaria hirundinella und Cercaria tripos zwei neue Gattungen, Hirundinella (quadricuspis), der Familie der Bursarieen, und Tripos (Mülleri), der Familie der Cercarieen angehörig, zu bilden. Der Verfasser hat offenbar weder die Arbeiten von SCHRANK, worin die erste Form schon der Gattung Ceratium eingeordnet ist, noch die obenstehende vollkommen richtige Bemerkung von NITSCH gekannt: seine Auseinandersetzungen, die auch nichts Neues bringen, sind daher völlig werthlos[1].

Im Jahre 1830 erschien eine für ihre Zeit ganz vorzügliche Arbeit von G. A. MICHAELIS (9) über das Leuchten der Ostsee. Hierin wird zum ersten Male der Beweis geliefert, dass das Meeresleuchten von Organismen, nicht vom Wasser selbst herrühre. Er hat zu diesem Zwecke sehr gründliche Versuche angestellt: theils hat er das Wasser filtrirt, wodurch es sich zeigte, dass dasselbe nach dem Filtriren durchaus nicht leuchtend sei, während der Schleim auf der Innenseite des Filtrum sehr stark leuchte, und wenn dieser Schleim untersucht wurde, zeigte er sich aus »Infusorien« bestehend; theils hat er interessante und für die Zeit sehr wichtige physiologische Versuche angestellt über den Einfluss von Wärme, Galvanismus, mechanische und chemische Reize (wozu er eine ganze Reihe von Reagentien verwendet hat) auf diese mikroskopischen Organismen. MICHAELIS war Arzt und Physiologe; dagegen war er offenbar mit der systematischen Klassifikation nicht sehr vertraut; er hat auf seiner Taf. I drei neue Formen von Cilioflagellaten abgebildet, ohne dieselben mit Artnamen zu belegen. Er nennt eine derselben »einen Volvox« (= Peridinium depressum), die zwei anderen »Cercarien« (= Prorocentrum micans und Ceratium fusus); die »Cercaria tripos« hat er dagegen richtig bestimmt.

Während MICHAELIS somit wichtige physiologische Beobachtungen, aber keine systematischen Beiträge leistete, war dies auch für die Cilioflagellaten den für ihre Zeit mustergültigen Arbeiten EHRENBERG's vorbehalten. Die Resultate dieses Forschers wurden in einer großen Reihe von Arbeiten (10—20, 25—27, 32) niedergelegt; fast jedes Jahr erschien ja von 1830—1840 eine größere Infusorienarbeit von

---

[1] Ob die Form, welche LOSANA (de Animalculis microscopicis s. Infusoriis. Mem. di Torino. Tom. XXXIII. 1829. pag. 1—48. Tabb. 1—2. Auszug in OKEN's Isis 1832. pag. 765—774. Taff. XIV—XV [Fig. 10]) unter dem Namen Volvox trisectus beschreibt, wirklich wie EHRENBERG meinte, mit Perid. cinctum identisch ist, scheint mir sehr zweifelhaft. Die Zeichnung (Fig. 10) ist sehr roh.

ihm. Ich halte es für überflüssig die Umänderungen in seinen Anschauungen über die systematische Stellung der hier behandelten Gruppe näher zu besprechen; er stellt sie in seiner Hauptarbeit (18) zwischen die Cyclidinen und die Vorticellinen. Es ist klar, dass, wenn man so wie Ehrenberg Alles auf diesen Gebieten von neu schaffen musste, man weder auf einmal zu seinem eigenen endgültigen noch weniger zu dem endgültig richtigen Standpunkte gelangen konnte. Das Hauptverdienst Ehrenberg's bezüglich der Cilioflagellaten ist das, dass er zuerst die verschiedenen, bis da in ganz heterogenen Gruppen zerstreuten Formen derselben in eine Familie, »Peridiniaea, Kranzthierchen,« vereinigte, und ferner dass er viel bessere Beschreibungen und Zeichnungen wie irgend welcher der früheren Beobachter gab. Zu verwundern ist, dass er die Gattungen Chaetotyphla und Chaetoglena, echte Flagellaten in diese Familie aufgenommen hat; andererseits stellte er das Prorocentrum micans, dessen Cilien er nicht beobachtet hatte, zu den Thecomonadinen. Die Schrank'sche Gattung Ceratium wurde mit in die Gattung Peridinium aufgenommen, wie wir sehen werden, mit Unrecht; dagegen wird eine neue, ganz unhaltbare Gattung Glenodinium (»Augenkranzthierchen«) aufgestellt, die sich nur durch die Anwesenheit von Augenflecken vom Peridinium unterscheiden soll. — In Übereinstimmung mit seiner Totalauffassung der Mikroorganismen deutet Ehrenberg ohne Bedenken die braunen und grünen Körner im Innern als Eier; ein größerer Körper, wahrscheinlich der Nucleus, wird als männliches Fortpflanzungsorgan gedeutet. — Die marinen Formen hat er zuerst in seiner Abhandlung »über das Leuchten des Meeres« gezeichnet und bestätigt hier die Resultate Michaelis'. Ehrenberg hat die Zahl der bis da beschriebenen Formen um mehr als das Doppelte vergrößert; außer den jetzt lebenden Formen hat er auch mehrere fossile beschrieben (15—17, 27); diese fossilen Formen schließen sich den jetzt lebenden ganz nahe an.

Als ein in physiologischer Beziehung interessantes Curiosum sei hier erwähnt, dass Werneck (21) mehrere der marinen Formen im Süßwasser (in der Umgegend von Salzburg) leuchtend gefunden hat.

Das ausgezeichnete Buch von Dujardin (22) bringt für die Cilioflagellaten nichts Neues von Bedeutung. Dasselbe gilt von dem (viel späteren) Handbuch von Pritchard (35).

Höchst unklar und verworren sind die Bemerkungen von Perty (24) über die Naturgeschichte der Peridiniaeen im Allgemeinen

p. 56). Dieselben sollen »aus einer doppelten Zelle[1] bestehen«, »einer äußeren ziemlich festen bei Ceratium hirundinella und Perid. tabulatum von zierlich netzartiger Structur, und einer inneren, homogenen, sensiblen, mit grünem, gelbem oder braunem Endochrom erfüllt«. Wahrscheinlich ist mit diesen zwei »Zellen« (!!) die Cellulosemembran und das Protoplasma gemeint. Die Längstheilung, die er bei Cerat. hirundinella beschreibt, ist wohl (was auch Stein ausdrücklich bemerkt) eine Unmöglichkeit. »Man kann wohl nicht daran zweifeln,« sagt Perty ferner, »dass die grünen, braunen, gelben Körperchen im Innern der Peridiniden Blastien (!) seien,« und einmal wurde die Entwicklung solcher (bei P. corpusculum) »unzweifelhaft« (!!!) verfolgt[2].

[1] Es erinnert dieser Ausdruck etwas an den »Versuch« von Alexander Brandt (Über das Ei und seine Bildungsstätte. Leipzig 1878), worin behauptet wird, dass das Ei nicht eine einfache Zelle sei, sondern nur das Keimbläschen einer solchen entspreche, während der Dotter eine sekundäre Umlagerung sei. Ich habe früher selbst Eiuntersuchungen getrieben (vgl. meine »Studien über die erste Entwicklung des Eies von Gonothyraea Lovéni, Allm.« Morphol. Jahrb. Bd. V. pag. 22—61. Taf. IV—V), und erlaube mir desshalb ein Urtheil über das genannte Buch auszusprechen. Die Beobachtungen sind von Brandt in einer ganz willkürlichen und oberflächlichen Weise gedeutet und können sehr leicht einer Umdeutung unterworfen werden. Die Angaben anderer Forscher sind völlig kritiklos benutzt, und die Untersuchungen, welche die Deutungen des Herrn Brandt als völlig unhaltbar erweisen, werden einfach ignorirt. Wie es überhaupt einem Zoologen einfallen kann (wenn nicht zwingende Beobachtungen vorliegen) die so überaus schöne Theorie (oder Thatsache) von dem Formwerth des Eies als einfache Zelle zu verlassen, ist nicht leicht verständlich. Übrigens ist dieser Versuch nicht neu; aber die früheren Versuche sind leichter zu entschuldigen, weil man damals noch nicht erkannt hatte, »was man eine Zelle zu nennen habe«, dass das Protoplasma das durchaus Wesentlichste sei.

[2] Wie solche Versuche, noch nachdem die Zellentheorie ihre neue Form angenommen hatte, haben gemacht werden können, scheint nicht recht begreiflich. So glaubt Greeff (Über Radiolarien und radiolarienartige Organismen des süßen Wassers. Arch. f. mikr. Anatomie. Bd. V. 1869. pag. 494—495 Taf. XXVII, Fig. 23), dass die gelben Körperchen, welche man bisweilen aus dem Körper der Acanthocystis spinifera heraustreten sieht, und welche dann an den Pseudopodien hin und her gleiten, sich zu Acanthocystiden entwickeln. Ich habe dieses nachuntersucht und kann die Beobachtungen Greeff's für Acanth. spinifera) völlig bestätigen, deute aber dieselben in einer ganz anderen Weise. Die betreffenden Körperchen, die bald gelb, bald grün gefärbt sind, sind offenbar ganz unwesentliche, der Ernährung, nicht der Fortpflanzung angehörige Gebilde. Die Ausstoßung derselben deute ich als eine einfache Defäcation, und ihre Bewegungen an den Pseudopodien sind durchaus nicht selbständig, sondern nur durch die Strömungen des lebenden Protoplasma dieser hervorgerufen, ganz eben so wie man Karmin- oder Indigokörner an strömendem Protoplasma hingleiten sieht.

Richtig hat er aber erkannt, dass »bei den kleinsten Peridiniden der Unterschied von Protoplasma und Hülle nicht mehr erkennbar ist«. In systematischer Beziehung werden dieselben mit den Cryptomonadinen, Thecomonadinen u. a. zu den »Phytozoidia (Pflanzenthierchen)« gestellt. Die Gattung Ceratium wird wieder aufgenommen, zwar nur durch die Anwesenheit von Hörnern begründet. Er beschreibt mehrere neue Arten: die Beschreibungen sind aber nicht gut und viel zu kurz, sowohl diese wie auch besonders die beigegebenen Zeichnungen stehen (obgleich 15 Jahre später) weit unter denjenigen von Ehrenberg. Noch sei bemerkt, dass er keine der marinen Formen untersucht hat.

In seiner Abhandlung »Zur Naturgeschichte Ägyptens« (28) beschreibt Schmarda mehrere Arten von »Peridinium« und »Glenodinium«. Die Beschreibungen sind ziemlich roh, nur sein Peridinium bicorne ist (vorausgesetzt, dass die Angaben und Zeichnungen richtig sind) eine wirkliche Cilioflagellate; die anderen müssen aus dieser Gruppe entfernt werden, weil ihnen die für diese Gruppe charakteristische Geißel fehlt.

Einen weit klareren Begriff vom Organismus der Peridiniaeen als die sämmtlichen früheren (und auch als viele späteren) Verfasser über dieselben hatte Allman. Derselbe beschreibt in einer sehr kleinen, aber wichtigen, leider fast unbeachtet gebliebenen Abhandlung (29) eine neue Form (Perid. uberrima), bei welcher die Cilien nicht auf die Furche beschränkt, sondern über die ganze Oberfläche vertheilt sind. Er fasst dieselbe als »a solitary cell« auf, welche zahlreiche Öltropfen und einen scharf begrenzten Nucleus enthält. Auch hat er die Membran auf Cellulose, zwar nur mit negativem Erfolge geprüft. Endlich beschreibt er Theilungen, die in einer der Ringfurche parallelen Richtung stattfinden sollen[1].

Viel zu unwesentlich um hier besprochen zu werden sind die Mittheilungen von Bailey (30); dagegen dürfen wir die (übrigens

[1] Bekanntlich war Allman ursprünglich Professor der Botanik. Ich mache diese Bemerkung hier um hervorzuheben, wie die Zellentheorie (die ja auch von einem Botaniker ausging damals viel mehr bei Botanikern als bei Zoologen heimisch war. Dagegen ist die größte Reform der Zellentheorie von einem Zoologen Max Schultze) ausgegangen. Es ist dieser Entwicklungsgang höchst natürlich. Der unmittelbaren Betrachtung ist ja die Pflanzenzelle als solche weit leichter erkennbar als die thierische Zelle durch ihre größere Festigkeit, dickere Membran u. s. w.; dagegen eignet sich die weit zartere und der Untersuchung schwieriger zugängliche thierische Zelle besser um den Begriff, »was man eine Zelle zu nennen habe«, zu bestimmen und zu präcisiren.

ziemlich oberflächlichen) Untersuchungen Carter's (31) nicht übergehen, weil er zuerst die encystirten oder ruhenden Individuen der Peridinien gesehen hat. Derselbe beschreibt eine neue marine Form aus Bombay, die als freilebende Form gepanzert und hellgrün gefärbt ist, während sie im encystirten Zustande roth ist und sogar (bei massenhaftem Auftreten) dem Wasser diese Farbe verleihen soll. Die Cysten sind parabolisch und Weihenschnabel-ähnlich (kite-shaped). Durch Jod und Schwefelsäure soll sich die Cyste violett färben. Der Verfasser erwähnt nicht, dass dieselbe vor der Encystirung ihren Panzer abwerfen muss, obgleich dies (wie auch Stein mit Recht bemerkt) ganz nothwendig ist. Übrigens soll die vorderste Hälfte des Panzers getäfelt, die hintere glatt sein; das Flagellum soll nach hinten gerichtet sein und eine saugnapfartige Erweiterung besitzen (?). Außerdem vermuthet Carter eine Fortpflanzung durch monadenähnliche Schwärmsprösslinge (?), doch werden positive Beobachtungen nicht vorgeführt.

Einen der wichtigsten systematischen Fortschritte bahnten Claparède und Lachmann (33) an. Dieselben scheiden aus ihrer wohlbegründeten und mit einem trefflichen Namen belegten Gruppe der »Infusoires cilioflagellés« die Gattungen Chaetotyphla und Chaetoglena als echte Flagellaten aus; dagegen wird Prorocentrum, dessen Cilien sie gesehen aber nicht gezeichnet) haben, mit in dieselbe aufgenommen. Außerdem enthält sie folgende Gattungen: Ceratium, Peridinium, Dinophysis, Amphidinium. In ihrer Gattung Ceratium sind jedoch Arten zweier Gattungen vereinigt, wie unten gezeigt werden soll. — Sie stellen die Cilioflagellaten vollkommen richtig zwischen die Ciliaten und Flagellaten als eigene Ordnung. Die Ehrenberg'sche ganz unhaltbare Gattung Glenodinium wird von ihnen in die Gattung Peridinium aufgenommen: dasselbe ist, in so fern die An- oder Abwesenheit des »Augenfleckes« das einzige Unterscheidungsmerkmal sein soll, richtig: es finden sich aber, wie erst Stein richtig erkannt hat, andere und wirkliche Differenzen. — Vom feineren Baue des Skelets haben diese Verfasser nur sehr wenig gesehen und denselben gar nicht recht verstanden; die Zeichnungen, welche Claparède beigegeben hat, sind auch mehr als schön als naturgetreu zu bezeichnen. — Im dritten Abschnitte (de la reproduction des Infusoires) leiten die Verfasser die Aufmerksamkeit auf die Existenz zahlreicher nackter Formen: ob dieselben selbständige Arten oder nur Entwicklungsstufen repräsentiren, konnte nicht entschieden werden. Auch haben sie die Peridinien in Ruhe-

stadien gesehen: 1) in ihrer gewöhnlichen Schale, 2) ganz nackt, 3) in besonderen Cysten: im dritten Zustande sind die Arten gar nicht unterscheidbar. Die Verfasser betrachten es als wahrscheinlich, dass die nackten Formen sich bald mit einer Cyste, oft von sehr bizarrer Form (gehörnt), umgeben; diese schließen dann bald ein, bald mehrere Individuen ein, welche letzteren wahrscheinlich durch Theilung eines einzelnen Individuum entstanden sind: Theilung ohne Cystenbildung haben sie gleichfalls beobachtet.

Die Claparède-Lachmann'sche Arbeit über die Cilioflagellaten sehen wir als die wichtigsten bis jetzt gelieferten Untersuchungen über diese Formen an. Wir treffen in dieser Arbeit sowohl die natürlichste bis jetzt gegebene systematische Gruppirung derselben, sowohl bezüglich ihrer Stellung innerhalb der übrigen »Infusorien« wie bezüglich der Zusammenstellung der einzelnen Gattungen. Zwar haben sie den Organismus dieser Formen wie den der Infusorien überhaupt völlig missverstanden, indem sie für denselben nicht den Formwerth einer einfachen Zelle beanspruchen, was ja schon Allman (siehe oben) richtig erkannt hatte. Sie stellen dieselben mit sämmtlichen übrigen Infusorien, Flagellaten u. s. w. zum Thierreiche, betrachten dieselben als echte Thiere. — Indem Rud. Leuckart (34) über den ersten und zweiten Theil ihrer Arbeit berichtet, stellt er sich auf den ganz entgegengesetzten Standpunkt; er betrachtet dieselben als Pflanzen und macht in dieser Beziehung auf die Carter'schen Beobachtungen über Ruhestadien aufmerksam (der dritte Theil der Claparède-Lachmann'schen Arbeit war damals noch nicht erschienen).

Eine faunistische Abhandlung von Weisse (36) bringt nichts Neues; der Verfasser folgt noch (1863) sklavisch der Ehrenberg'schen Systematik (!).

[Unter dem Namen Peridinium cypripedium, n. sp., beschreibt H. J. Clark (37) eine angeblich neue »Cilioflagellate« nach einer weitschweifigen Einleitung über die chemische Zusammensetzung des Protoplasma, die Brown'sche Molekularbewegung, Generatio aequivoca, die Descendenztheorie, die Unterschiede zwischen Anorganischem und Organischem, Thiere und Pflanzen (!). Schon bei der ersten Betrachtung der Clark'schen Figuren erkennt man, dass das Thierchen durchaus keine Cilioflagellate, sondern ein echtes Infusorium (s. Ciliat) ist; es hat gar keine der Cilioflagellatencharaktere: es besitzt ein deutliches Cytostom; statt des Flagellum hat es eine größere Anzahl langer Cilien (nebst den kürzeren); es hat eine deutliche kontraktile Vacuole und einen Infusorien-Nucleus und Nu-

cleolus. Trotz aller dieser Charaktere wird es doch als Peridinium beschrieben (!), und aus seinem Baue werden dann großartige Schlüsse gezogen für die Naturgeschichte der Cilioflagellaten im Allgemeinen, deren thierische Natur der Verfasser glaubt bewiesen zu haben (!!!).

Schon in demselben Jahre (1865) wurde der nicht leicht verständliche Irrthum Clark's durch H. J. Carter (38) berichtigt. Carter erkannte in dem »Peridinium cypripedium« ein schon längst von Ehrenberg beschriebenes Infusionsthierchen, Urocentrum turbo [1], oder jedenfalls eine diesem ganz nahe stehende Form und sah ein, dass also die Clark'schen Schlüsse auf einer ganz falschen Basis fußten. Wenn Carter trotzdem die Bemerkung macht, dass »no microscopical inquirer into such organisms can have read it« (s. Clark's Abhandlung) »in connexion with his figures, without admiration (!) and hope of future contributions of the kind from the same author« (!!!), dann fällt dies völlig ins Komische aus. Derartige »Beiträge« sind nur dazu geeignet Verwirrung zu schaffen und die Begriffe auszuwischen.

In einer späteren Abhandlung (39) macht Clark den verzweifelten Versuch sein »Peridinium cypripedium« als Cilioflagellate dem Carter'schen Angriff gegenüber aufrecht zu halten. Doch wird er aus ihm eine eigene Gattung (»Peridinopsis«!) machen, weil er jetzt (!) die Verschiedenheiten derselben von allen wirklichen Peridinien berücksichtigt hat.]

Die Beschreibung eines neuen Ceratium durch Carter (42) wird im speciellen Theile dieser Arbeit Erwähnung finden.

Sehr fragmentarisch und kurz sind die Angaben von R. von Willemoes-Suhm (41). Derselbe beschreibt eine (wie mir scheint, nicht bekannte) Form von »Peridinium«, ohne dieselbe mit einem Namen zu belegen. Der Verfasser sagt, dass dieselbe des Flagellum entbehre: doch bin ich sehr geneigt zu glauben, dass er es übersehen hat: die Form kenne ich übrigens nicht aus Autopsie. Ferner soll dieselbe eine Blase besitzen, die den Eindruck mache von unten her eingestülpt zu sein (welche Blase sich nach dem Verfasser nicht bei Ceratium tripos findet). Die drei Formen, welche er abbildet, betrachtet er als verschiedene Entwicklungsstadien. Leider hat er »das jüngste

[1] Auch Stein (Der Organismus der Infusionsthiere. II. Abtheilung. Naturgesch. der heterotrichen Infusionsthiere. Leipzig 1867. pag. 148 spricht sich entschieden für die Identität von Uroc. turbo Ehr. und Perid. cypripedium Clk. aus.

Stadium« nicht gezeichnet, welches aus einem rundlichen Körperchen bestehen soll, von einer doppelten Hülle umgeben und einen grünlich körnigen Inhalt führend. — Die Beobachtungen bezüglich der eingestülpten Blase stimmen ganz mit den von mir (am Protoperidinium pellucidum u. a.) gemachten; aber seine Deutung derselben ist nach unserer Ansicht völlig falsch. Dieses Urtheil wird im speciellen Theil ausführlicher begründet werden.

In einer wichtigen Arbeit (43) aus dem Jahre 1873 beschreibt Bütschli eine neue Cilioflagellate, führt dieselbe aber zu den echten Infusorien (Ciliaten) hin. Es ist dies die interessante Gattung Polykrikos, die übrigens schon früher von Oulianin (40) als eine pelagische Larve beschrieben worden war. Die Arbeit Bütschli's blieb, weil er wie gesagt seinen Organismus den Cilioflagellaten nicht anreihte, für die Naturgeschichte dieser Gruppe leider ganz ohne Bedeutung.

Das große Buch von E. de Fromentel (44), das sich besonders durch zwei Eigenschaften auszeichnet, dass es selbst mit den wichtigsten Infusorienwerken unbekannt ist, und dass es fast nichts Neues giebt, bringt natürlich auch für die Cilioflagellaten kein neues Wort; der Verfasser folgt der Claparède-Lachmann'schen Systematik. Die beigegebenen Zeichnungen von Glenodinium (»Peridinium«) cinctum sind ziemlich verfehlt. Natürlich werden die Cilioflagellaten ohne Bedenken zum Thierreich gestellt.

In seiner wichtigen und interessanten Arbeit über die bei den Küsten von Dänemark vorkommenden Bacterien giebt Warming (45) einige sehr kurze, aber wichtige Mittheilungen über die Peridinien, welche er damals die Absicht hatte zu bearbeiten. Er stellt dieselben zum Pflanzenreich; sie müssen nach ihm ein Zwischenglied zwischen den Diatomaceen und Desmidiaceen bilden; er hat »Cellulose in ihrer (oft kieselhaltigen) Zellmembran und Stärkekörner in ihrem bei einigen grünen (chlorophyllhaltigen?), bei anderen braunen (durch Diatomin?) Plasma« nachgewiesen. Wir werden auf seine Ansichten im allgemeinen Theile zurückkommen.

Die letzte Arbeit, der wir hier noch Erwähnung thun müssen, ist zugleich eine der allerwichtigsten. Es ist dies die große, 1878 erschienene erste Hälfte des Flagellatenwerkes Fr. v. Stein's (46). Dieser um die Naturgeschichte der Ciliaten so verdiente Forscher fasst die Peridinien als echte Flagellaten, zwar als die höchst entwickelten Formen dieser Gruppe auf. Sie werden wie alle Flagellaten für echte Thiere erklärt; die Gründe, welche er hierfür vor-

bringt, werden im allgemeinen Theile dieser Arbeit einer ausführlichen Kritik unterzogen werden. Der bei Weitem wichtigste Theil der Stein'schen Arbeit ist die systematische Gruppirung der Süßwasserformen: die marinen zu untersuchen hat er keine Gelegenheit gehabt. Die Gattung Peridinium (autt.) wird in mehrere Gattungen zerlegt; die völlig nackten Formen fasst er in eine besondere Gattung Gymnodinium zusammen, bei welcher sich die einfachsten Verhältnisse finden sollen. Auch hier ist die Querfurche an der Bauchseite unterbrochen; es findet sich eine Längsfurche, woraus das Flagellum entspringt. — Unter dem Namen Hemidinium beschreibt der Verfasser ein neues Genus, das eine resistentere Rindenschicht und einen inneren Weichkörper besitzen soll; nur an der linken Seite findet sich die Querfurche. Die Ehrenberg'sche Gattung Glenodinium wird für die Art Gl. cinctum aufrecht erhalten, aber aus einem ganz anderen Grunde und mit vollem Recht, nämlich wegen der Skeletverhältnisse. Unter dem Namen Peridinium sammelt der Verfasser nur die Formen mit getäfeltem Panzer, wobei die Anzahl der Tafeln für die Speciesunterscheidung wichtig sein soll. Die Gattung Ceratium endlich wird auch erhalten; der Verfasser hat nur C. cornutum untersucht.

Während die systematischen Erörterungen Stein's jedenfalls größtentheils richtig sind und seine Arbeit in dieser Beziehung zu den besten Cilioflagellatenuntersuchungen gehört, sind die Betrachtungen, die er über die allgemeine Naturgeschichte dieser Organismen anstellt, nur von sehr untergeordnetem Werthe, ja nach der hier vorgetragenen Auffassung sogar völlig falsch. So die Bemerkungen über die thierische Natur dieser Formen, worauf aber hier nicht eingegangen werden kann, weil seine Ansichten hierüber in unserem allgemeinen Theile zum Gegenstand einer Kritik gemacht werden müssen. Doch kann ich schon hier nicht einige Bemerkungen zu einigen seiner allgemeinen Betrachtungen unterlassen. Der Verfasser sagt, dass man im Innern der Gymnodinien häufig Chlamydomonaden u. a. gefressene Organismen antrifft; es muss also ein Mund vorhanden sein, obgleich ein solcher niemals beobachtet werden konnte (!). Also eine nackte Zelle kann nicht Fremdkörperchen in ihr Inneres aufnehmen ohne einen Mund zu besitzen? Wäre diese Betrachtung richtig, dann würden doch auch die Amoeben und die Leucocyten einen Mund haben müssen, hiermit wäre aber der physiologische Begriff Mund völlig aufgelöst. — Auch drückt sich der Verfasser bisweilen etwas unklar aus, so z. B. wenn er sagt: »Das

Flagellum tritt nicht, wie Perty angiebt, aus der Mundspalte hervor, sondern wurzelt in der Panzersubstanz« (?).

Von entwicklungsgeschichtlichen Beobachtungen treffen wir bei Stein ein ziemlich großes Material. Die Peridinien und Glenodinien werfen nach dem Verfasser häufig ihre Panzer ab, was dadurch eingeleitet wird, dass die Thiere ihre Bewegungsorgane zurückziehen: die Weichtheile ziehen sich zu einer Kugel zusammen und umgeben sich demnächst mit einer strukturlosen Cuticula; wahrscheinlich schnüren sich dieselben dann ein und entwickeln Flagellum und Flimmerkranz. Obgleich nun der austretende Körper (bei Glenodinium) schon eine Cuticula besitzen soll, wird der ganze Vorgang als eine Folge des Wachsthums gedeutet, indem der Panzer zu eng geworden wäre (!). Ich beurtheile diesen Vorgang in einer ganz anderen Weise, nämlich als eine Verjüngung der Zelle. Auch wird der Panzer als Einleitung zur Theilung und »geschlechtlichen Fortpflanzung« abgeworfen; doch findet bei Perid. tabulatum die Theilung schon innerhalb des alten Panzers statt. Dann hat der Verfasser auch die von Claparède und Lachmann beschriebenen eigenthümlichen gehörnten Cysten aufgefunden; er nimmt an, dass sie in die Entwicklungsreihe von P. tabulatum gehören, ihre nähere Beschreibung wird aber bis in das zweite (noch nicht erschienene) Heft verschoben. Auch bei Glenodinium cinctum wies er die Bildung von kugelrunden Cysten nach, innerhalb welcher dann die Theilung stattfindet; erst nach der Theilung sollen Quer- und Längsfurche entstehen. — Was man früher für Längstheilung annahm, ist nach Stein Konjugation, wobei die konjugirenden Individuen von derselben Größe sind; nach einem komplicirten Process, wobei auch die Kerne verschmelzen und das rechte und linke Individuum sich etwas verschieden verhalten sollen, gehen die zwei Individuen schließlich vollständig in einander auf. Diese »geschlechtliche Generation« soll von gewöhnlichen »Thieren« nur durch ihre Größe abweichen. Der ganze Vorgang wird mit einer Befruchtung identificirt. Von nun an — glaube ich — muss man mit der Deutung der beschriebenen weiteren Vorgänge sehr vorsichtig sein. Aus dem Nucleus soll sich nämlich jetzt eine hellere Kugel mit einem centralen Bläschen ausbilden, welches letztere einen »centralen Kern« enthält. Diese Kugel (»Keimkugel«) soll ganz einem thierischen Ei mit Keimbläschen und Keimfleck »analog sein«. Dieser Vergleich ist von einem morphologischen Standpunkte absolut falsch; es findet sich nämlich im thierischen Eie nur vor, nicht nach der Befruchtung ein Keimbläschen

und Keimfleck; auch wäre es ganz unzulässig ein Ei (eine Zelle) nur aus einem Zellkern hervorgehen zu lassen. Diese »Keimkugel« soll nun weiter wachsen und füllt bald die Hälfte des Körperraumes oder noch mehr aus: selbst der braune Farbstoff soll schwinden oder in Tropfen zusammenfließen. Bisweilen wurden zwei »Keimkugeln« beobachtet: gewöhnlich soll sich der Inhalt der Kugel in eine große Anzahl runder Kügelchen sondern, an welchem Vorgang das centrale Bläschen gar nicht Theil nimmt. Diese »Embryonen« sollen sich nun zu beweglichen Formen entwickeln, ob aber das Flagellum und der Wimperkranz zur selben Zeit oder das eine vor dem anderen entsteht, über diesen wichtigen Punkt hat Stein keine Beobachtungen. Die hier erwähnten Untersuchungen sind an Gymnodinium pulviseulus angestellt: bei Peridinium hat der Verfasser wohl »Keimkugel«, aber keine Conjugation gesehen; dagegen hat er bei einem Ceratium aus der Ostsee die Conjugation beobachtet. Auch bei Gymnodinium fuscum soll sowohl Conjugation wie Keimkugelbildung stattfinden.

Die ganze Schilderung der Bildung und des weiteren Schicksals der »Keimkugel« steht in einer ziemlich scharfen Disharmonie zu den neueren Ansichten über Theilung und Fortpflanzung der Zellen. Es ist daher nicht zu verwundern, dass man dieselbe nicht ohne den Argwohn lesen kann, dass Stein abnorme, durch eingedrungene Parasiten hervorgerufene Zustände vor sich gehabt habe. Jedenfalls bedürfen die Beobachtungen der Bestätigung eines mehr geschulten, kritischen Auges.

Wir sind mit der Übersicht über das in der Litteratur vorliegende Material über die Naturgeschichte der Cilioflagellaten zu Ende gelangt. Es wird jedem aufmerksamen Leser auffallend gewesen sein, dass die sämmtlichen citirten Beiträge theils nur eine einzelne Form betreffen (so die Abhandlungen Allman's, Carter's, v. Willemoes-Suhm's), oder nur Theile größerer Infusorien- oder Flagellatenarbeiten sind (so die Untersuchungen von Ehrenberg, Perty, Claparède und Lachmann, Stein). Eine für sich abgerundete, monographisch-systematische Bearbeitung der Cilioflagellaten existirt bis jetzt nicht; diese Organismen sind nur ganz gelegentlich untersucht worden. Von den neueren Systematikern haben Claparède und Lachmann die Süßwasserformen nur sehr unvollständig gekannt, während Stein fast gar keine Kenntnis der Meeresformen besitzt. — Das natürliche System (oder die specielle Phylogenie) dieser Protisten hat so durchaus nicht erkannt werden können, und dasselbe gilt

wenigstens theilweise von den Verwandtschaftsbeziehungen dieser Formen zu den übrigen Protistengruppen (oder der allgemeinen Phylogenie derselben). So betrachtet Stein die Gymnodinien als die einfachsten Formen, während dieselben nach unserer Überzeugung nur einen Endzweig des Cilioflagellatenstammes darstellen können; Stein sucht diese Gattung auch mit keiner anderen Abtheilung zu verknüpfen. Der Ausgangspunkt für die Auffassung des Cilioflagellatenorganismus muss jedoch in einer ganz anderen Form (dem Prorocentrum micans) gesucht werden. Aber nur durch genaue Untersuchung und Vergleichung der verschiedenen Formen dürfen wir hoffen in den Stand zu kommen die Phylogenie richtig zu erkennen, und nur die phylogenetische Betrachtung vermag es den Thatsachen der vergleichenden Morphologie eine wissenschaftliche Erklärung zu geben.

Litteraturverzeichnis,

chronologisch geordnet.

1) O. Fr. Müller, Historia vermium terrestrium et fluviatilium. Vol. I. Hauniae 1773. pag. 63—64. pag. 98—99.

2) —— Zoologiae Danicae prodromus. Hauniae 1777. pag. 206.

3) —— Animalcula Infusoria fluviatilia et marina. Opus posthumum, cura O. Fabricii. Hauniae 1786. pag. 117, 136, 256—257. Tab. XVII, Fig. 9—12, Tab. XIX, Fig. 22, Tab. XXXV, Fig. 5—6, *A—B*.

4) F. von Paula Schrank, Mikroskopische Wahrnehmungen. Der Naturforscher. XXVII. 1793. pag. 26—38 (pag. 34—36).

5) —— Briefe naturhistorischen, physikalischen und ökonomischen Inhaltes an Herrn B. S. Nau. Erlangen 1802. 16. Brief, pag. 374—376. Tab. II, Fig. 4.

6) —— Fauna Boica. III, 2. 1803. pag. 76—77.

7) C. L. Nitsch, Beitrag zur Infusorienkunde oder Naturbeschreibung der Zerkarien und Bazillarien. Neue Schriften der naturforschenden Gesellschaft zu Halle. Bd. III Heft 1. 1817. pag. 4.

8) Encyclopédie méthodique. Histoire naturelle. Zoophytes. 1824. pag. 454—455, pag. 753—754. (Bory de St. Vincent).

9) G. A. Michaelis, Über das Leuchten der Ostsee nach eigenen Beobachtungen. Mit 2 Tafeln. Hamburg 1830.

10) C. G. Ehrenberg, Beitr. zur Kenntn. der Infusurien und ihrer geograph. Verbr., besonders in Sibirien. Abhandl. der Berliner Akad. a. d. J. 1830. pag. 38.

11) —— Über die Entwicklung und Lebensdauer der Infusionsthiere etc. Ibid. a. d. J. 1831. pag. 74—75.

12) —— Dritter Beitrag zur Erkenntn. großer Organisation in der Richtung des kleinsten Raumes. Ibid a. d. J. 1833. pag. 270—272.

13) C. G. Ehrenberg, Das Leuchten des Meeres. Ibid. a. d. J. 1834. pag. 411 bis 476.

14) —— Zusätze zur Erkenntn. großer organ. Ausbildung in den kleinsten thierischen Organismen. Ibid. a. d. J. 1835. pag. 174.

15) —— Mittheilungen über die in den Feuersteinen bei Delitzsch vorkommenden mikroskopischen Algen und Bryozoen als Begleiter der foss. Infurorien. Berichte der Berl. Akad. 1836. pag. 114—115.

16) —— Die neuesten Fortschritte in der Erkenntn. der Infus. als Felsmassen. Amtl. Bericht über die Versamml. deutscher Naturf. u. Ärzte in Jena 1836. pag. 69—77.

17) —— Über das Massenverhältnis der jetzt lebenden Kieselinfusorien und über ein neues Infusorien-Conglomerat als Polirschiefer von Jastraba in Ungarn. Abhandl. der Berl. Akad. a. d. J. 1836. pag. 109—136.

18) —— Die Infusionsthierchen als vollkommene Organismen. Berlin 1838.

19) —— Über noch jetzt zahlreich lebende Thierarten der Kreidebildung. Abh. der Berl. Akad. a. d. J. 1839. pag. 81—174.

20) —— Beobachtungen von 274 Infusorien-Arten. Monatsber. d. Berl. Akad. 1840. pag. 197—219.

21) Werneck, Untersuchungen über mikroskopische Organismen in der Umgegend von Salzburg (mitgetheilt von Ehrenberg). Ibid. 1841. pag. 102 bis 110, pag. 373—377.

22) F. Dujardin, Hist. natur. des Zoophytes. Infusoires. Paris 1841.

23) Joh. Müller, Über den Bau des Pentacrinus caput Medusae. Abh. d. Berl. Akad. a. d. J. 1841. pag. 233. Taf. VI, Fig. 7.

24) M. Perty, Zur Kenntn. kleinster Lebensformen, nach Bau, Funktionen, Systematik, mit Specialverzeichnis der in der Schweiz beobachteten. Bern 1852.

25) C. G. Ehrenberg, Über neuere Anschauungen des kleinsten nördlichen Polarlebens. Monatsber. der Berl. Akad. 1853. pag. 522—533.

26) —— Nova genera et novae species maris profundi. Ibid. a. d. J. 1854. pag. 236—250.

27) —— Mikrogeologie. Das Erden und Felsen schaffende Wirken des unsichtbar kleinen selbständigen Lebens auf der Erde. Leipzig 1854.

28) L. K. Schmarda, Zur Naturgeschichte Ägyptens. Denkschr. der Wiener Akad. Bd. VII. 1854. 28 pag. m. 7 Taf.

29) G. J. Allman, Observations on Aphanizomenon Flos-aquae, and a species of Peridinieа. Quart. journ. micr. sc. Vol. III. 1855. pag. 21—25. Pl. III.

30) J. W. Bailey, Note on new species and localities of microscopical organisms. Smithsonian contrib. to knowledge. Vol. VII. 1855. 16 pag. with 1 pl.

31) H. J. Carter, Note on the red colouring matter of the Sea round the shores of the islands of Bombay. Ann. of nat. hist. 3 Ser. Vol. I. 1858. pag. 258—263.

32) C. G. Ehrenberg, Über das Leuchten und über neue mikroskopische Leuchtthiere des Mittelmeeres. Monatsber. der Berl. Akad. 1859. pag. 727—738. pag. 791—793.

33) Éd. Claparède et J. Lachmann. Études sur les Infusoires et les Rhizo-

podes, Mém. de l'inst. national Génevois. Tom. V—VII. 1858 bis 1861.

34) Rud. Leuckart, Bericht über die Leistungen in der Naturgesch. der niederen Thiere während d. J. 1859. Arch. f. Naturgesch. 1861. Bd. II. pag. 253.

35) Andrew Pritchard, A history of Infusoria, including the Desmidiaceae and Diatomaceae. 4th edition, with 40 pl. London 1861.

36) J. Fr. Weisse, Verzeichnis aller von mir in einem 30jährigen Zeitraume zu St. Petersburg beobachteten Infusorien, Bacillarien und Räderthiere. Bull. de la soc. imp. d. natur. de Moscou. Année 1863. pag. 236—246.

[37]) H. J. Clark, Proofs of the animal nature of the Cilioflagellate Infusoria, based upon investigation of the structure and physiology of one of the Peridinia (P. cypripedium, n. sp.). Ann. of nat. hist. 3 Ser. Vol. XVI. 1865. pag. 270—279. Pl. XII.

[38]) H. J. Carter, Remarks on Prof. H. J. Clark's Peridinium cypripedium. Ibid. 1865. pag. 399—402.

[39]) H. J. Clark, On the Affinities of Peridinium cypripedium, Jas.-Clk., and Urocentrum turbo, Ehr. Ann. of nat. hist. 3 Ser. Vol. XVIII. 1866. pag. 2—6.

40) Oulianin, Sitzungsprotokolle der kais. Gesellsch. der Freunde der Naturwiss. in Moskau. 1868. pag. 57—63. (Citirt nach Leuckart's Jahresbericht.)

41) R. von Willemoes-Suhm, Biologische Beobachtungen über niedere Meeresthiere. 1) Zur Entwicklung eines Peridinium. Zeitschr. f. wiss. Zoologie. Bd. XXI. 1871. pag. 380—382. Taf. XXXI, Fig. 1—3.

42) H. J. Carter, Note on a freshwater species of Ceratium from the lake of Nynee (Naini) Tal in Kumaon. Ann. of nat. hist. 4 Ser. Vol. VII. 1871. pag. 229—230.

43) O. Bütschli, Einiges über Infusorien. Archiv f. mikr. Anat. Bd. IX. 1873. pag. 657—678. Taf. XXV—XXVI.

44) E. de Fromentel, Études sur les Microzoaires ou Infusoires proprement dits. Avec 30 pl. Paris 1874.

45) Eug. Warming, Om nogle ved Danmarks Kyster levende Bacterier. Vidensk. Medd. fra naturhist. Foren. i Kjöbenhavn for Aaret 1875. pag. 414.

46) Fr. von Stein, Der Organismus der Infusionsthiere. III. Der Organismus der Flagellaten oder Geißelinfusorien. Erste Hälfte. Leipzig 1878.

Zweiter Abschnitt.

Untersuchung und Vergleichung.

Im Ganzen werden in dieser Arbeit 20 verschiedene Cilioflagellatenformen monographisch behandelt werden, von welchen mehrere (Protoperidinium pellucidum, Diplopsalis lenticula, Glenodinium War-

mingii, Gymnodinium gracile und G. spirale, Protoceratium aceros, Polykrikos auricularia [?] neu sind. — Ich fand es am zweckmäßigsten erst die Gattung Ceratium (als die größten, bekanntesten und am leichtesten verständlichen Formen), dann das Extrem derselben innerhalb der Diniferen (Dinophysis), dann die übrigen Diniferen und endlich die einzigste bekannte Gattung der Adiniden[1] (Prorocentrum) darzustellen. Nur zwei der bisher beschriebenen Gattungen, Amphidinium Clap. et Lachm. und Hemidinium Stein, sind mir aus Autopsie nicht bekannt. Neben den ausführlichen Beschreibungen wird in diesem Abschnitt auf die wichtigsten Homologien zwischen den verschiedenen Formen aufmerksam gemacht werden: die (auf diesen fußende) Phylogenie oder das natürliche System hat jedoch nach meiner Auffassung einen selbständigen Abschnitt erfordert.

I. Die Gattung Ceratium.

Diese Gattung wurde im Jahre 1793 von Schrank aufgestellt: seine beiden Arten derselben waren mit der Müller'schen Bursaria hirundinella identisch. Später (1817) zog Nitsch auch die »Cercaria tripos« hierhin. Ehrenberg schlug sie mit seiner Gattung Peridinium zusammen; dann wurde sie von Perty so wie von Claparède und Lachmann wieder ausgesondert; diese Verfasser lassen aber das Charakteristikum derselben den anderen Formen gegenüber allein in dem Besitz von Hörnern bestehen, und die letztgenannten Autoren ziehen desswegen auch echte Peridinien (P. divergens) hierhin, obgleich deren Hörner nur als Analoga, nicht als Homologa derjenigen der Ceratien aufzufassen sind. Wäre dies wirklich die einzige Besonderheit der Ceratien, dann würden wir uns wieder der Ehrenberg'schen Ansicht nähern. — Auch Stein giebt keine scharf zutreffende Diagnose derselben, obgleich seine Beschreibung besser ist wie die früheren.

1) Formenkreis des C. furca.

Fig. 1—3, 13—20.

Diese hauptsächlich marine Form wurde von Ehrenberg (12) entdeckt und später (13, 18) gezeichnet und ausführlicher beschrieben;

[1] Über die Namen Dinifera — Adinida vergl. den dritten Abschnitt.

sie ist sonst nur von Werneck (21) und Claparède und Lachmann (33) gesehen worden. Ehrenberg selbst hatte sie später (26. 27) unter dem Namen P. lineatum nochmals beschrieben, aber schon Claparède und Lachmann wiesen nach, dass P. furca und P. lineatum identisch sind, und dass sämmtliche Individuen die streifige Struktur besitzen.

Die allgemeine Körperform dieses Organismus wird nach kurzer Betrachtung als weder radiär noch bilateral symmetrisch, sondern als bilateral asymmetrisch erkannt; es findet sich also eine Längsachse, um welche die Theile doch nicht gleichmäßig nach beiden Seiten angeordnet sind; es lässt sich ferner eine Rücken- und Bauchfläche, eine rechte und linke Seite, ein Vorn und Hinten[1] unterscheiden. Am Vorderende ist der Körper in ein ganz gerades, vorwärts und etwas nach rechts und unten gerichtetes Horn ausgezogen, welches ohne Spitze, ziemlich scharf abgeschnitten endigt. Am Hinterende verlängert sich der Körper rechts und links in zwei nach hinten und etwas nach außen gerichtete Hörner, von welchen das linke bedeutend länger und mächtiger ist als das rechte; diese sind auch fast gerade, an ihrem hinteren Ende aber zugespitzt. Der Körper ist ziemlich flachgedrückt, d. h. von der Rücken- nach der Bauchfläche komprimirt, so dass der Querschnitt sich ähnlich der Fig. 6 ausnimmt. Diese zwei Flächen sind von einander durch die verschiedene Ausdehnung des Skelets über jede derselben leicht unterscheidbar. Während dieses nämlich wie eine vollständige, etwas konvexe Platte sich über die Rückenfläche erstreckt und hier das Protoplasma ganz überdeckt, hat es an der Bauchseite bei Weitem nicht eine solche Ausbreitung: es ist hier durch einen (verhältnismäßig) sehr großen Ausschnitt unterbrochen, wo also das Protoplasma entblößt und in direkter Berührung mit dem umgebenden Medium ist. Dieser Ausschnitt erstreckt sich fast ganz dicht an den hinteren Körperrand, wo er durch eine ziemlich gerade Linie begrenzt ist; nach vorn zu endigt er in einem ganz ansehnlichen Abstand vom Ursprung des Horns; er liegt theils vor, theils hinter der Querfurche. Durch diese für die allermeisten Cilioflagellaten so charakteristische Furche wird der Körper scharf in einen vorderen

[1] Bezüglich dieser Begriffsbestimmungen folge ich Perty und Stein, welche (gegenüber Claparède und Lachmann) das lange unpaare Horn als das vordere auffassen; theils wegen der gewöhnlichen Bewegungsrichtung, theils (und wesentlich) wegen der Homologien. Durch eine konsequent gehaltene Terminologie wird die Vergleichung um Vieles erleichtert.

und hinteren Theil geschieden; der vordere verschmälert sich rasch nach vorn, um in das lange, unpaare Horn auszulaufen; der hintere ist fast in seiner ganzen Länge, von der Furche bis an den Ursprung der Hörner von derselben Breite. — Sowohl nach vorn wie nach hinten wird die Querfurche durch eine verdickte, vorspringende Leiste der Skeletmembran begrenzt; zwischen diesen zwei Leisten setzt sich dieselbe als eine dünne Lamelle fort. Die Furche läuft (fast gerade) quer über die Rückenfläche hin und biegt rechts und links gegen die Bauchfläche um, wo sie durch den Ausschnitt unterbrochen wird; die Ursprungsstellen der zwei hinteren Hörner finden sich in etwas verschiedenem Abstande von der Furche, die des rechten etwas näher wie die des linken.

Maßangaben und Bemerkungen über die Variabilität.

In der folgenden Tabelle sind die Messungen von 7 verschiedenen Individuen (Varietäten) zusammengestellt, und folgende Bezeichnungen gebraucht: A^1 = Länge vom Ende des vorderen Horns bis zur Spitze des linken hinteren; A^2 = dasselbe bis zur Spitze des rechten hinteren; A^3 = der Abstand zwischen den Spitzen der beiden hinteren Hörner; B = Breite der Querfurche. Die Angaben in mm.

	A^1	A^2	A^3	B
I.	0,168	0,153	0,037	0,031
II.	0,189	0,168	0,040	0,033
III.	0,159	0,136	0,046	0,031
IV.	0,300	0,247	0,052	0,045
V.	0,193	0,177	0,037	0,034
VI.	0,145	0,119	0,054	0,042
VII.	0,205	0,159	0,079	0,057

Die Höhe, sc. der Abstand von der Mitte der Rückenfläche bis zur Mitte der Bauchfläche, scheint die am wenigsten variable der Dimensionen zu sein; sie variirt nur von 0,009—0,011 mm.

Durch Vergleichung der einzelnen Körperverhältnisse bei verschiedenen Individuen wird es klar, dass die Variabilität dieser Form sehr groß ist. Zum selben Resultat gelangt man durch Be-

trachtung der Fig. 13—20, welche sämmtlich mittels der Camera lucida bei derselben Vergrößerung gezeichnet wurden. Besonders beachte man die große Variabilität der Winkel, welche die Achsen der zwei hinteren Hörner theils mit einander, theils mit dem vorderen Rand des Körpers bilden, dann auch die Veränderlichkeit der Länge dieser im Verhältnis zu den Dimensionen des ganzen Körpers und des vorderen Horns, weil alle diese Verhältnisse für die Vergleichung mit den zwei folgenden Formenkreisen von Wichtigkeit sind (siehe unten).

Die feinere Struktur der Skeletmembran ist zwar früher gesehen[1], aber niemals einer Deutung unterzogen worden, obgleich dies durchaus nicht eine schwierige Aufgabe genannt werden kann. Schon bei schwächeren Vergrößerungen erkennt man bald eine theils streifige, theils punktirte Struktur. Bei stärkeren Vergrößerungen zeigt sich nun, dass die Streifen leistenförmige Verdickungen der Außenwand der Membran darstellen. Dieselben gehen theils von den zwei mächtig entwickelten Leisten aus, welche die Querfurche nach vorn und hinten begrenzen, theils erheben sie sich unmittelbar aus den dünneren Partien. Ihre Richtung ist meistens der Längsachse des Körpers parallel, doch stehen solche Längsleisten oft durch Queräste mit einander in Verbindung (vergl. Fig. 1—2). Sie sind nicht nur über den eigentlichen Körper vertheilt, sondern laufen auch an den Hörnern hin, fast bis an die Spitzen derselben (sowohl der vorderen wie der hinteren). Dass sie wirklich an der Außenseite liegen, zeigt sich theils durch verschiedene Einstellung des Mikroskops, theils bei Betrachtung von der Seite, wo sie sich über die übrige Oberfläche emporheben; am deutlichsten zeigt es sich jedoch an Querschnitten[2], wo sie als kleine konische Warzen an der Außenseite vorstehen, während die Innenfläche glatt ist (vgl. Fig. 6). An solchen Schnitten scheint die Membran übrigens aus mehreren Schichten aufgebaut zu sein. Nur einzelne der

---

[1] Ehrenberg sah (bei seiner »Perid. lineatum«) die streifige Struktur; Claparède und Lachmann beobachteten außer dieser die Porenkanälchen, erwähnen dieselben aber nur als »eine elegante Struktur«, während sie im allgemeinen Theile ihrer Arbeit (pag. 17) geradezu über die Annahme von Poren im Skelet der Infusorien ironisiren. Bailey hat die Poren auch (bei C. tripos) gezeichnet, erwähnt sie aber im Text mit keinem Wort.

[2] Um solche Querschnitte anzufertigen bettete ich einen größeren Haufen von meinen (in Spiritus konservirten) Peridinien in Gummiglycerin an Hollundermark ein und schnitt die Masse nach 2—3 Tagen mit einem Rasirmesser.

erwähnten Leisten (die in Fig. 2 stark markirten) scheinen in ihrem Verlaufe konstant zu sein; der ventrale Ausschnitt wird durch keine besonders hervorragende Leisten begrenzt. — Die oben genannten Punkte, welche sich schon bei schwächeren Vergrößerungen zeigen, werden durch sorgfältigere Untersuchung als der optische Ausdruck feiner Poren erkannt, welche durch die Membran an deren Oberfläche treten. Sie finden sich an dem ganzen eigentlichen Körper, erstrecken sich aber nur ein kleines Stück an den Hörnern hinaus. Es finden sich innerhalb der Querfurche konstant zwei Reihen solcher Poren (vergl. Fig. 1 und 2). Man sieht sie zwar im Profil die Membran nicht durchsetzen, wohl aber an Querschnitten (vgl. Fig. 6)[1]. Auch die Bilder, welche man durch Färbung mit Jod und Schwefelsäure erhält, lassen über deren Natur nicht den geringsten Zweifel übrig. Während die Membran sich nämlich tiefblau färbt, bleiben die Poren vollkommen farblos.

Während die beiden eben erwähnten Struktureigenthümlichkeiten durchaus konstant sind, sowohl für diese wie für die beiden folgenden »Arten«, ist dies mit einem anderen Verhältnis nicht der Fall: wir treffen bei einigen Formen die beiden hinteren Hörner sowohl an der Außen- wie an der Innenseite mit kleinen Stacheln oder Haken besetzt, welche bei anderen Individuen gänzlich fehlen (vgl. Fig. 13 — 20). Besonders sind es die großen Formen mit mächtigen hinteren Hörnern, welche diese kleinen Haken besitzen; bei den kleineren Formen findet sich gewöhnlich keine Spur derselben.

Was die chemische Beschaffenheit der Skeletmembran betrifft, so besteht sie (jedenfalls ihr bei Weitem überwiegender Theil) unzweifelhaft aus (Wasser und) organischen Stoffen. Die Menge der anorganischen Verbindungen in derselben kann unmöglich sehr bedeutend sein; sonst würde beim Glühen (auf Platinblech) ein Aschenskelet zurückbleiben, was gar nicht der Fall ist; nach Verbrennung der organischen Bestandtheile bleibt keine Spur zurück, während die große Menge von Diatomaceen, welche mit diesen zusammen gefunden und verbrannt wurden, natürlich reichliche, schöne Aschenskelette hinterließ. Durch Zusatz einer hinlänglichen Menge reiner koncentrirter Schwefelsäure löst sich die ganze

[1] Die Figur ist von C. tripos, was aber diese Verhältnisse betrifft, stimmt C. furca mit diesem ganz überein.

Membran ziemlich schnell ohne Gasentwicklung. Es beweisen diese Versuche, dass keine ansehnlichen Mengen von Kieselsäure oder von kohlensaurem Kalk sich in ihr finden können. — Den gewöhnlichen Cellulosereaktionen gegenüber verhalten sich die verschiedenen Individuen etwas verschieden. Durch Behandlung mit Jodchlorzink färbt sich die Membran bei einigen deutlich blauviolett (reine Cellulosereaktion), während andere völlig farblos bleiben und wieder andere einen schwachen violetten Ton annehmen. Nach Kochen in Salzsäure schien die Jodchlorzinkreaktion gewöhnlich etwas stärker hervorzutreten. — In Jodjodkalium färben sie sich gar nicht; wird aber nach der Behandlung mit diesem Reagens ein kleiner Tropfen reiner, koncentrirter Schwefelsäure zugesetzt, so erhält' man in den verschiedenen Partien des Präparates ganz verschiedene Reaktionen. In der Nähe des Deckglasrandes, da wo die Säure zugesetzt wurde, bleibt keine Spur der Membranen zurück, sie werden von der koncentrirten (und durch die Wasserabsorption und das Austreiben des Jods heiß gewordenen) Säure völlig aufgelöst; man trifft hier nur nackte Protoplasmakörper, welche im Begriff der Verkohlung sind. An weiter von hier entfernten Stellen färben sich die Skelette größtentheils röthlich violett, häufig ins bräunliche spielend; zwischen diesen trifft man (wenn auch nicht besonders häufig) Individuen, deren Skelette ganz intensiv und tiefblau gefärbt sind, also eine vollkommen reine Cellulosereaktion. Sonderbar genug traf ich diese blau gefärbten Individuen fast immer in Gruppen zusammen liegend, was zu der Annahme leiten könnte, dass die verschiedene Einwirkung aus den Verhältnissen herrührt, in welchen Jodjodkalium und Schwefelsäure an den verschiedenen Orten der Flüssigkeit sich gefunden haben; dies wird jedoch dadurch widerlegt, dass auch in der Jodchlorzinkreaktion eine bedeutende Variation stattfindet. Ob dies vielleicht mit Alters- oder Ernährungsverhältnissen (?) in Verbindung steht, vermag ich nicht zu entscheiden. An solchen in Jod und Schwefelsäure gefärbten Membranen treten die Poren als helle, rundliche, farblose Flecke mit großer Deutlichkeit hervor. — Durch Behandlung mit Kupferoxydammoniak lassen die Skelette jedoch gar keine Spur von Veränderung erkennen; weder Quellen noch Lösen derselben wird hierdurch vermittelt, und dasselbe Verhältnis zeigt sich bei der Kupferoxydammoniakbehandlung nach vorausgegangenem (längerem) Kochen in Salzsäure oder Kali (um Verunreinigungen zu entfernen); selbst nach mehrere Tage währendem Verweilen in der Kupferverbindung waren die Membranen noch ganz unverändert, starr und

fest[1] (durch Kochen in Kali werden sie gewöhnlich in kleinere Fragmente zersprengt). Hierbei ist es ganz auffallend, dass die Schalen, welche für diese Lösungsversuche Objekte gewesen sind, sich nach dieser Behandlung durch Chlorzinkjodzusatz intensiv violett färben. Es ist also offenbar keine andere Substanz, sondern eben der Stoff, welcher sich in Chlorzinkjod violett, in Jod und Schwefelsäure blau färbt, der in Kupferoxydammoniak unlöslich ist. Die Membran besteht also wesentlich aus einer organischen Verbindung, welche mit Jod und Schwefelsäure so wie mit Jodchlorzink ganz dieselben Reaktionen wie reine Cellulose giebt, sich aber von dieser durch Unlöslichkeit in Kupferoxydammoniak auszeichnet. Wahrscheinlich wird es ein der Cellulose ganz nahe stehendes Kohlenhydrat sein.

Das Protoplasma ist eine feinkrümelige Substanz, in der größere und kleinere Körner sowohl wie der Zellkern eingelagert sind. Nur an dem ventralen Ausschnitt liegt es entblößt, sonst ist es überall von der Membran eingeschlossen; es erstreckt sich in die Hörner bis in deren Spitzen. Ein hyalines Exoplasma ist als sehr schmaler Saum vom körnigen Endoplasma unterscheidbar; jenes muss gewiss einen hohen Grad von Kohäsion besitzen, denn in meinem Spiritusmaterial habe ich sehr oft Individuen gefunden, bei denen Stücke der Membran abgetrennt waren, während das Protoplasma, selbst das der Hörner, völlig unbeschädigt war. Gewöhnlich ist es stark gelbbraun gefärbt, welches von einem sehr diffus vertheilten bräunlichen Farbstoff herrührt[2], wahrscheinlich demselben, der sich bei den Diatomaceen findet (Diatomin). Es kann dieser in sehr verschiedener Menge vorhanden sein, wonach die Individuen mehr oder weniger intensiv gefärbt sind. Außer diesem enthält das Plasma gewöhnlich Chlorophyllkörner, doch selten in besonders großer Menge; man sieht sie nicht so leicht unmittelbar, weil sie durch den braunen Farbstoff verdeckt werden; aber durch Zusatz von absolu-

[1] Weil das Kupferoxydammoniak eine ziemlich unbeständige Verbindung ist und daher nicht immer in derselben Weise wirkt, unterlasse ich es nicht hier die Bemerkung zu machen, dass ich mit der zu verwendenden Flüssigkeit immer die Kontrareaktion gemacht habe: chemisch gereinigtes Filtrirpapier quoll sehr schnell darin auf, löste sich und wurde durch Zusatz von Salzsäure wieder gefällt.

[2] Vergl. bez. der Vertheilung des Farbstoffs Fig. 11. Diese Figur ist von C. cornutum; C. furca zeigt die Anordnung gewöhnlich etwas noch diffuser.

tem oder verdünntem Alkohol verändert sich die Farbe sehr schnell, wird grün statt braun, indem der braune Farbstoff sehr rasch extrahirt wird, so dass die längere Zeit zur Lösung brauchenden Chlorophyllkörner sehr deutlich hervortreten; schließlich wird natürlich auch dieser Farbstoff ausgezogen, und das Protoplasma wird völlig farblos. Die erwähnte Alkoholreaktion lässt sich noch hübscher bei C. cornutum ausführen, welches gewöhnlich größere Quantitäten beider Stoffe enthält. — Durch Zusatz von Jodjodkalium nehmen fast immer einige der größeren und kleineren rundlichen Körner eine tief blauviolette Farbe an; diese scheinen also aus Stärke oder aus einem Amyloid zu bestehen. Sie scheinen ziemlich konstant (obgleich in sehr wechselnden Mengen) vorzukommen. Die Reaktion auf sie lässt sich am besten ausführen, nachdem die Farbstoffe erst durch Alkohol ausgezogen sind. In Kali quellen sie sowohl ohne wie nach vorausgegangener Jodbehandlung. Bei stärkeren Vergrößerungen bieten sie eine koncentrisch geschichtete Struktur dar (vergl. den Querschnitt von C. tripos, Fig. 6)[1].

Es finden sich also im Protoplasma dieser Form (wie bei allen von mir untersuchten Formen von Ceratien) Chlorophyll, Diatomin und Stärke (oder ein nahe stehendes Amyloid). Dagegen findet man bei denselben niemals (im Innern) Gegenstände, die als gefressene Organismen gedeutet werden können. Diese Verhältnisse liefern wohl einen hohen Grad von Wahrscheinlichkeitsbeweis dafür, dass die Ernährung dieser Formen in ganz vegetabilischer Weise stattfindet. Die Bildung der Stärkekörner dürfte wohl als in den Chlorophyllkörnern vorgehend angenommen werden obgleich ich dies durch keine sichere Beobachtung nachweisen konnte.

Bei der (sehr großen) Anzahl von mir durchgemusterter Individuen fand sich niemals eine kontraktile Vacuole. Die Existenz einer solchen darf wohl daher nicht angenommen werden.

Der Zellkern (Nucleus) ist von ovaler Form (seine lange Achse der langen Körperachse parallel) und in der Mitte des Körpers liegend. Er ist von feinkörniger Substanz (bisweilen schien dieselbe mir netzförmig), enthält aber niemals einen Nucleolus. Durch Pikrokarmin färbt er sich hell rosa, durch Hämatoxy-

[1] Schon Warming hat (vergl. den ersten Abschnitt dieser Arbeit) Stärkekörner bei den »Peridinien« angegeben; doch sind seine Angaben sehr kurz, und welche Formen er untersucht hat, erwähnt er nicht.

lin intensiv blau. Die Dimensionen sind: Länge = ca. 0,012 mm, Breite = ca. 0,008 mm.

Der Bewegungsapparat besteht hier wie bei den sämmtlichen Diniferen aus dem Flagellum, das einzeln oder doppelt vorhanden sein kann, und aus dem Flimmerapparat der Querfurche. Die Geißel oder das Flagellum ist lang und wohl entwickelt, sie wird in sehr heftiger Weise bewegt: wenn sie sich eine Zeit lang ganz ruhig verhalten oder nur schwach hin und wieder geschwungen hat, wird sie mit plötzlichem Rucke eingerollt und wie ein Seil zusammengelegt. Sie geht vom Protoplasma dicht innerhalb des Ursprungs des linken hinteren Horns aus, hat in der Nähe ihres Ausgangspunktes einen deutlichen doppelten Kontur und ist in der Ruhe gewöhnlich nach hinten gerichtet. — Der Wimperapparat der Querfurche besteht aus einem kontraktilen Saum, der ganz eben so gebaut ist, wie unten (für das Protoperidinium pellucidum) ausführlicher beschrieben werden soll (bei welcher Form diese Verhältnisse viel deutlicher sind). Die Bewegung dieses Saumes findet konstant von links nach rechts statt, so wie dies unten beschrieben wird. Es schien mir nur ein solch kontraktiler Saum vorhanden zu sein, doch darf ich dies nicht mit absoluter Sicherheit behaupten. Man konnte nämlich aus der Übereinstimmung mit Protoperidinium und Peridinium die Existenz zweier solcher erwarten, und die Erkenntnis dieser wird bei den Ceratien dadurch etwas erschwert, dass die Leisten der Querfurche einander viel näher liegen wie bei den eben genannten Gattungen. Der Wimpersaum muss aus einer schmalen Spalte am Rande der einen Querfurchenleiste (oder, falls zwei, der beiden) hervortreten. — Während der Bewegung ist gewöhnlich das unpaare, lange (vordere) Horn nach vorn gerichtet, doch kann das »Thierchen« auch die umgekehrte Richtung einschlagen. Zugleich findet während der Bewegung sehr oft eine Rotation um die Längsachse statt.

Bisweilen werden von dieser Form Individuen getroffen, welche die halbe Schale abgeworfen haben, ganz in der Weise wie es unten für C. cornutum ausführlicher geschildert wird. Verhältnisse, die sich als Theilungs- oder Konjugationszustände direkt deuten ließen, habe ich bei C. furca niemals gefunden.

2) Formenkreis des C. tripos.

Fig. 4—6, 21—27.

Diese Form war schon O. F. Müller (als »Cercaria«) bekannt; später wurde sie von Nitsch den Ceratien eingereiht; auch Michaelis kannte sie. Ehrenberg so wie Claparède und Lachmann haben die ausführlichsten Beschreibungen derselben geliefert.

Die Formen, welche ich in dieser Gruppe zusammenfasse, lassen die bilaterale Asymmetrie der Körperform wenigstens eben so leicht wie C. furca erkennen. Man kann mit größter Leichtigkeit ganz dieselben Theile wie bei der vorhergehenden nachweisen. Der eigentliche Körper ist, wie aus den untenstehenden Maßangaben und aus den Zeichnungen sowohl von dieser wie von der vorigen Form (Fig. 13—20, 21—27, sämmtlich bei derselben Vergrößerung mittels der Cam. luc. ausgeführt) hervorgeht, gewöhnlich bedeutend breiter wie bei C. furca; doch findet sich auch hier, wie unten gezeigt werden soll, eine bedeutsame Variabilität der Körperdimensionen. Hiermit folgt auch eine größere Breite des Ausschnittes an der Bauchseite so wie eine größere Länge der Querfurche, überhaupt ist die Form nicht so schlank wie bei (den gewöhnlichsten Varietäten von) C. furca. Alle drei Hörner sind wohl entwickelt; das vordere verhält sich, sowohl was die Länge wie was die Richtung betrifft, am meisten konstant, ist etwa von derselben Länge wie bei der vorhergehenden »Art« (eher doch kürzer wie länger), und eben so wie bei dieser fast gerade, nach vorn und ein wenig nach rechts gerichtet. Die zwei hinteren Hörner sind dagegen meistens weit stärker entwickelt wie bei C. furca, und ihre Richtung ist ganz verändert. Während wir sie nämlich bei C. furca fast gerade nach hinten und nur sehr wenig nach außen gerichtet fanden, sind dieselben bei C. tripos in einem spitzen Winkel zum Körper herumgebogen, so dass sie nach vorn und etwas nach außen gerichtet sind. Es wird somit leicht verständlich, dass die Außenseite und das Hinterende dieser Hörner bei C. furca der Innenseite und dem Vorderende bei C. tripos entspricht (und umgekehrt, während natürlich Dorsal- und Ventralseite bei beiden Formen identisch bleiben). Noch ein Unterschied zwischen diesen beiden Gruppen ist es, dass der Hinterrand des Körpers (zwischen den zwei Hörnern) bei C. tripos schwach konvex, bei C. furca fast gerade, doch ein wenig konkav ist. Eben so wie bei C. furca ist das linke der hinteren Hörner gewöhnlich weit mächtiger

wie das rechte (vergl. die Abbildungen); indessen treffen wir auch hier zahlreiche Variationen. Die Ursprungsstelle des rechten Horns ist dicht an die Querfurche hingerückt.

Maßangaben und Bemerkungen über die Variabilität.

In der folgenden Tabelle wurden die Messungen von 5 Individuen zusammengestellt (die Angaben in mm); die Bezeichnungen sind dieselben wie bei C. furca, außerdem L = die Totallänge; H^1 = die Länge des vorderen Horns; H^2 = der Abstand zwischen der Spitze des linken hinteren und der Winkelecke, die es mit dem Körper bildet; H^3 = dasselbe für das rechte hintere Horn.

	L	A^1	A^2	A^3	H^1	H^2	H^3	B
I.	0,215	0,132	0,132	0,126	0,126	0,094	0,072	0,072
II.	0,209	0,165	0,122	0,175	0,121	0,089	0,072	0,072
III.	0,231	0,132	0,066	0,143	0,155	0,120	0,132	0,057
IV.	0,210	0,120	0,138	0,242	0,165	0,171	0,182	0,044
V.	0,154	0,138	0,100	0,221	0,110	0,105	0,154	0,050

Die Höhe, die meist konstante der Dimensionen, misst gewöhnlich 0,025 bis 0,028 mm.

Es geht aus diesen Messungen hervor, dass innerhalb dieses Formenkreises eine ganz ungeheure Variabilität (sowohl absolut wie relativ) sich findet. Zum selben Resultate gelangt man bei Betrachtung der Fig. 21—27. Schon die früheren Forscher, welche diese »Art« in reichlicher Anzahl von Individuen untersucht haben, sind hierauf aufmerksam gewesen; Ehrenberg sah sich sogar veranlasst diese Formengruppe in drei Arten zu theilen: Perid. tripos, P. macroceros, P. arcticum. Claparède und Lachmann erkannten aber, dass keine scharfe Grenze zwischen diesen Arten sich ziehen ließ; desshalb machen sie aus denselben nur Varietäten einer Art, C. tripos, und sie haben in einer Tabelle einige ganz instruktive Maßangaben zusammengestellt, doch geben sie nur drei Abbildungen, den meist extremen Verhältnissen (Ehrenberg's drei Arten) entsprechend.

Die Variabilität äußert sich nicht nur in den gegenseitigen Längeverhältnissen der Hörner etc., sondern auch in den Winkeln, unter welchen sie vom Körper entspringen, also in ihrer Richtung, end-

lich in den Dimensionen des eigentlichen Körpers. Die bei den dänischen Küsten allerhäufigste Form ist die in Fig. 23 abgebildete; wie man sieht, hat der Körper hier weit mächtigere Dimensionen wie bei dem typischen C. furca, aber die Hörner sind nicht länger als bei Formen wie Fig. 20 der C. furca-Gruppe. Hier ist die Richtung der hinteren Hörner fast gerade nach vorn und nur wenig nach außen. Ähnliche Verhältnisse, aber längere hintere Hörner finden wir in den Fig. 24, 25 und 26; während sie aber bei den zwei ersteren nach vorn konvergiren, divergiren sie bei letzterer in derselben Richtung, außerdem ist das rechte Horn eben so lang (Fig. 24) oder noch länger (Fig. 26) wie das linke. Ihre mächtigste Ausbildung erlangen die Hörner bei Formen wie Fig. 27; hier entspringen die hinteren auch in anderer Weise vom Körper, indem sie erst nach hinten, dann nach außen und endlich nach vorn gerichtet sind; in ihrem letzten Verlauf sind sie einander und dem vorderen fast parallel. Es ist für die sehr langhörnigen Formen charakteristisch, dass die hinteren Hörner nicht zugespitzt, sondern (ganz wie das vordere) scharf abgeschnitten endigen. — Bei allen diesen letzterwähnten Formen ist die Schlankheit des Körpers auffallend, in dieser Beziehung scheinen sie sich C. furca zu nähern. Durch Betrachtung der Fig. 21—27 werden wir somit sehen, dass die Mächtigkeit des Körpers und der Hörner sich umgekehrt proportional verhalten.

Bei der Betrachtung von C. furca wurde dessen einzelnen Varietäten nicht besonders Erwähnung gethan, weil ich dieselben mit denen von C. tripos zusammen besprechen möchte[1]. Die häufigste Form von C. furca ist eine solche wie die in Fig. 1 u. 2 dargestellte; wie man sieht, sind die hinteren Hörner nur wenig nach außen gerichtet, divergiren also nur wenig nach hinten. Ganz nach hinten gerichtet, mit ihren Achsen fast genau parallel treffen wir sie bei Formen wie Fig. 20; bei dieser sind die Hörner auch ganz mächtig entwickelt und tragen die oben (bei der Besprechung der Skelettstruktur) erwähnten Haken. Im Gegensatz zu dieser stehen Formen wie Fig. 15 u. 16, bei welchen sie stärker nach außen gerichtet sind und somit nach hinten beträchtlich divergiren. Bei einigen (Fig. 13) sind sie sehr schwach entwickelt, klein und kurz, während sie bei anderen (Fig. 19) lang und stark sind. Am stärksten nach außen

[1] Sonderbar genug ist die große Variabilität von C. furca bei keinem der früheren Beobachter erwähnt.

gerichtet sind sie in der Fig. 16; zugleich sehen wir hier, dass der Körper eine für C. furca außergewöhnliche Breite hat. In diesen beiden Verhältnissen nähert sich diese also dem C. tripos, und auch von dessen Seite treten uns Formen entgegen, welche geeignet sind den Übergang zwischen diesen Arten zu vermitteln, so wie die in Fig. 21 u. 22 dargestellten. Bei ersterer sind die beiden Hörner gar nicht nach vorn, sondern fast gerade nach außen gerichtet: bei letzterer hat das linke die normale Richtung, während das rechte gerade nach außen sieht. Wie leicht ersichtlich, haben wir hier eine kontinuirliche Reihe von Formen vor uns. Es wäre wahrhaft erwünscht, wenn einer der »Species-Dogmatiker« uns darüber informiren würde, wo von seinem Standpunkte aus die Artgrenze in diesem Falle zu ziehen sei.

Was die feinere Struktur der Skeletmembran betrifft, so finden wir hier genau dieselben Verhältnisse wie bei C. furca und vielleicht noch deutlicher ausgesprochen: es besitzt die Membran theils Poren, theils erhabene Leisten an der Oberfläche. Eben so wie bei C. furca finden sich in der Querfurche konstant zwei solche Porenreihen, im Übrigen sind sie über den ganzen Körper bis an den Grund der Hörner vertheilt. Die Leisten sind noch weniger regelmäßig als bei C. furca angeordnet; während sie bei letzterer am meisten nach der Länge verliefen, kreuzen sie sich bei C. tripos in allen möglichen Richtungen, so dass die Membran sehr unregelmäßig gestreift erscheint. Auch verlängern sich einige auf die Hörner hinaus, und einzelne (die in Fig. 5 stärker markirten) scheinen einen mehr konstanten Verlauf zu haben, eben so wie bei C. furca. — Auch hier treffen wir bei einigen Formen die (inkonstante) Eigenthümlichkeit, dass die hinteren Hörner mit Stacheln oder Haken an der Außenseite besetzt sein können; ob diese Homologa oder nur Analoga derjenigen bei C. furca darstellen, lässt sich mit Sicherheit nicht entscheiden; doch scheint uns letzteres wahrscheinlicher.

Bezüglich der chemischen Beschaffenheit der Membran kann ganz auf das bei C. furca Gesagte verwiesen werden. Auch dieselbe Inkonstanz der Reaktionen wiederholt sich hier. Auch bezüglich des Protoplasma und seiner Einschlüsse verhält sich C. tripos ganz wie C. furca. Eine kontraktile Vacuole findet sich auch hier nicht; der Zellkern ist von rundlicher Form, ganz von demselben Baue wie bei C. furca und misst im Durchmesser 0,014—0,020 mm.

Eben so verhält sich der Bewegungsapparat ganz wie bei

der vorigen »Art«; wie Claparède und Lachmann habe auch ich bei C. tripos bisweilen 2 Flagella gefunden. Zwar wird die Existenz zweier solcher öfters durch die raschen Schwingungen eines einzelnen vorgespiegelt; jedoch kann man bisweilen auch in der Ruhe zwei solche unterscheiden. Die Bewegung findet gewöhnlich in derselben Weise wie bei C. furca und den folgenden Formen statt, also mit dem langen, unpaaren Horn nach vorn gerichtet; überhaupt kann bezüglich der Bewegung auf das bei C. furca Gesagte verwiesen werden. Auch von dieser Form bin ich sehr häufig Individuen begegnet, welche die halbe Schale abgeworfen hatten, ganz in derselben Weise wie unten (bei C. cornutum) ausführlicher geschildert wird.

3) Formenkreis des C. fusus.

Fig. 7 u. 8, 28—32.

Diese Form wurde zuerst von Michaelis gezeichnet und als eine »Cercaria« bestimmt; erst Ehrenberg vereinigte sie mit den Peridiniaeen. Später wurde sie nur von Claparède und Lachmann untersucht, welche eine bessere Abbildung lieferten.

Die bilaterale Asymmetrie des Körpers zeigt sich auf den ersten Blick hier nicht so evident wie bei den voranstehenden Formen; man erkennt Anfangs nur, dass die Körperform sehr schlank ist, mit einem sehr langen, geraden Horn nach vorn und einem (auch ungewöhnlich langen) etwas gebogenen Horn nach hinten; etwa an der Mitte sieht man die Querfurche. Wie gesagt, ist die Form sehr schlank: während die Totallänge (sc. der Abstand zwischen den Spitzen der zwei langen Hörner) gewöhnlich größer als bei den oben beschriebenen ist, finden wir die Breite (an der Querfurche, der breitesten Stelle des Körpers) erheblich beschränkt, so dass Breite und Höhe fast gleich groß werden. Auch der ventrale Ausschnitt ist mehr längsgestreckt und schmal, streckt sich weiter sowohl nach vorn als auch nach hinten als bei C. tripos und C. furca. Die Querfurche verläuft ziemlich gerade um den Körper herum und hat, wie man sich denken kann, eine geringere lineare Ausbreitung.

Maßangaben und Bemerkungen über die Variabilität.

Diese Form scheint also nur zwei Hörner zu besitzen und sich hierdurch von den anderen oben erwähnten Formen wesentlich zu entfernen. An der rechten Seite des Hinterkörpers findet sich aber

das Rudiment des dritten Horns, welches ja auch hier gesucht werden dürfte. In der Entwicklung desselben findet sich eine sehr große individuelle Verschiedenheit; bald ist es (Fig. 30) zu einem ganz kleinen rundlichen Knoten reducirt, bald findet sich an dessen Stelle ein zwar kleines, aber vollständig wohlgebildetes, scharf zugespitztes Hörnchen (Fig. 28). Solche Formen wie Fig 29 bilden einen Übergang zwischen diesen Extremen; es findet sich hier ein Hörnchen, das jedoch etwas kürzer ist und nicht mit einer so scharfen Spitze endigt. Bei jenen Formen, welche das dritte Horn besser entwickelt besitzen[1], kann ein hinterer Rand zwischen den Ursprungsstellen der zwei Hörner unterschieden werden, welcher etwas mehr schief nach vorn und links gerichtet ist wie bei C. furca. Eben so wie bei den vorhergehenden Formen endigt das vordere Horn scharf abgeschnitten, das linke der vorderen dagegen nicht zugespitzt, sondern mehr abgerundet.

In der folgenden Tabelle wurden die Messungen von 5 Individuen zusammengestellt (die Angaben in mm), wobei die oben verwendeten Bezeichnungen beibehalten sind; außerdem V = die Länge des ventralen Ausschnittes.

	A^1	H^1	H^2	H^3	B	V
I.	0,402	0,176	0,225	0,014	0,021	0,035
II.	0,385	0,209	0,174	0,024	0,024	0,045
III.	0,363	0,253	0,110	0,022	0,021	0,032
IV.	0,352	0,088	0,264	0,020	0,018	0,045
V.	0,319	0,165	0,154	0,020	0,020	0,040

Es geht aus diesen Messungen (so wie auch aus den beigegebenen Zeichnungen Fig. 7 u. 8, 31 u. 32) hervor, dass die Variabilität nicht auf die Größe des rudimentären rechten Horns beschränkt ist. Auch das Verhältnis zwischen den beiden langen Hörnern ist bei verschiedenen Individuen außerordentlich verschieden. So war bei Nr. I

[1] Schon Claparède und Lachmann haben diese Variabilität kurz angedeutet, aber durch keine Figuren erläutert. — Dass ein Verständnis der hier besprochenen Verhältnisse nur vom Standpunkte der Descendenztheorie aus möglich ist, scheint klar. Ob auch hier die Herren »Species-Dogmatiker« sich anstrengen mögen um ihre lieben »Ideen« zu finden?

(der Tabelle) das hintere etwas länger wie das vordere, bei Nr. II umgekehrt: bei Nr. III war das vordere mehr als doppelt so lang wie das hintere, während bei Nr. IV das hintere die dreifache Länge des vorderen besaß, bei Nr. V waren sie etwa gleich lang, und die Totallänge war verhältnismäßig gering[1].

Die feinere Struktur der Skeletmembran ist wesentlich dieselbe wie bei C. furca und C. tripos (siehe oben). Die Poren sind fast eben so groß und deutlich wie bei diesen, in der Querfurche finden sich auch hier zwei Reihen solcher; dagegen sind die Leisten an der Oberfläche bei Weitem nicht so stark entwickelt und deren Zahl ist viel kleiner (was wohl von der veränderten Körperform abhängig sein dürfte); sie sind niedriger und verlaufen gewöhnlich in der Längsrichtung.

In chemischer Beziehung verhält sich die Membran ganz wie die von C. furca und C. tripos (gegenüber Jod und Schwefelsäure, Jodchlorzink, Kupferoxydammoniak und Glühen). Auch findet sich hier dieselbe Inkonstanz der Reaktionen. Das Protoplasma verhält sich bezüglich seiner Einschlüsse bei verschiedenen Individuen etwas verschieden. Gewöhnlich ist es fast vollkommen farblos, bisweilen enthält es sowohl Diatomin als Chlorophyll (durch Alkohol nachweisbar), doch nur sehr selten in so bedeutenden Mengen wie bei den voranstehenden und nachfolgenden. Gewöhnlich finden sich recht beträchtliche Mengen desselben sich in Jod blauviolett färbenden Amyloids, dessen oben Erwähnung gethan ward. Gefressene Organismen werden niemals in ihm angetroffen.

Fast immer findet sich im Protoplasma eine ansehnliche von Flüssigkeit erfüllte, wasserhelle Blase, welche mir bisweilen durch einen feinen Kanal mit dem ventralen Ausschnitt in Verbindung zu stehen schien (Fig. 31), doch darf ich dies nicht mit derselben Sicherheit behaupten wie von einigen der folgenden Formen (Protoperidinium pellucidum u. a.). Diese Blase scheint innerhalb der Gattung Ceratium für C. fusus charakteristisch zu sein; jedenfalls habe ich sie trotz vielem Nachsuchen bei keiner der anderen Arten gefunden.

Was den Bewegungsapparat und die Bewegung betrifft, kann vollständig auf das bei C. furca Gesagte verwiesen werden.

---

[1] Es muss bemerkt werden, dass die hier mitgetheilten Messungen sämmtlich an lebenden Individuen gemacht worden sind, so dass also eine Täuschung derart, dass die Hörner theilweise abgebrochen seien, nicht möglich war.

Der Kern liegt gewöhnlich vor der Querfurche, ist von ganz demselben Baue wie bei den vorigen, seine Form ist länglich, wobei seine lange Achse derjenigen des Körpers parallel ist. Bei einem Individuum wurde er gemessen: die Länge war = 0,015 mm, die Breite = 0,008 mm. Eben so wie bei den vorigen und den folgenden Formen trifft man auch von dieser Individuen, welche die halbe Schale abgeworfen haben (Fig. 31). Zustände, welche auf Theilungs- oder Konjugationsvorgänge zu schließen erlaubten, habe ich dagegen nicht gesehen.

4) Formenkreis des C. cornutum.

Fig. 9—11, 33—35.

Während die oben beschriebenen Formen eine einheitliche, bestimmt abgegrenzte Gruppe bilden, welche alle wesentlichen Organisationszüge gemeinsam hat, weicht die hier zu besprechende Form von ihnen bezüglich der Skeletstruktur so bedeutend ab, dass sie innerhalb der Gattung Ceratium jenen gegenüber, mit der folgenden Form aber zusammengestellt werden muss.

Die Art wurde von Ehrenberg (11) entdeckt und später von demselben (18) ein wenig ausführlicher beschrieben und ganz gut abgebildet. Ehrenberg identificirte sie aber fälschlich mit C. hirundinella O. F. Müller, wie mit den beiden Schrank'schen Arten. Perty (24) mischte sie auch unter einander in einer ganz kritiklosen und oberflächlichen Weise. Später haben Claparède und Lachmann (33) diese Form untersucht, ohne jedoch etwas Neues von größerer Bedeutung zu bringen. Auch Stein erwähnt sie in seinem Flagellatenwerke und hat die netzförmige Struktur des Skelets entdeckt. — In mehreren Teichen in der Nähe von Kopenhagen findet sie sich sehr gemein.

Nach der allgemeinen Körperform zu urtheilen würde sich diese Form viel näher als C. fusus den Verhältnissen bei C. furca und C. tripos anschließen. Im Allgemeinen kann die Körperform plumper, kürzer und breiter als bei irgend welcher der oben beschriebenen Formen genannt werden, wobei auch die Hörner (alle drei) sowohl absolut wie relativ etwas kürzer und dicker wie bei den meisten der anderen sind (wenn wir besonders das erwähnte rudimentäre Horn von C. fusus ausnehmen); das Aussehen wird also im Ganzen etwas breiter und kürzer (Fig. 9 u. 10). Die Querfurche beschreibt an der Rückenfläche einen ähnlichen Bogen wie

bei diesen, und die Schale findet sich an der Bauchseite sowohl rechts wie links auf einer größeren Strecke verbreitet, der ventrale Ausschnitt ist also (verhältnismäßig) etwas kleiner. Sie ist etwas weniger flachgedrückt als z. B. C. tripos. Die zwei hinteren Hörner laufen zugespitzt aus, das vordere ziemlich scharf, gewöhnlich etwas konkav ausgeschnitten; die hinteren (wenn sie beide vorhanden) sind fast gerade nach hinten gerichtet, noch weniger nach außen als bei den typischen Formen des C. furca, das rechte geht dicht an der Querfurche aus. Das vordere Horn ist weit stärker nach rechts gerichtet als bei irgend welcher der oben beschriebenen; seine rechte Seite biegt so in einem sehr scharfen Winkel zur rechten Seite des eigentlichen Körpers um, während seine linke Seite fast nur eine direkte Fortsetzung der linken Körperseite bildet (vgl. Fig. 9 u. 10). Das linke hintere Horn hat an seiner Außenseite eine buckelartige rundliche Erhabenheit und eine ähnliche findet sich an der linken Seite, dicht hinter der Querfurche. Dies verdient wegen der Vergleichung mit C. hirundinella bemerkt zu werden.

Maßangaben und Bemerkungen über die Variabilität.

In der folgenden Tabelle wurden die Messungen von 3 Individuen zusammengestellt (die Angaben in mm, die Bezeichnungen dieselben wie bei C. tripos).

	A^1	A^2	A^3	H^1	H^2	H^3	B
I.	0,109	0,073	0,048	0,031	0,021	0,011	0,064
II.	0,104	0,072	0,048	0,031	0,021	0,014	0,062
III.	0,115	0,090	0,070	0,032	0,017	0,000	0,075

Wie hieraus so wie aus den beigegebenen Fig. 33—35 ersehen werden kann, ist die Variabilität dieser Form ziemlich stark. Besonders ist es (auffallenderweise ganz analog den bei C. fusus obwaltenden Verhältnissen) das rechte hintere Horn, welches rudimentär werden, ja sogar völlig schwinden kann, so dass solche Individuen eigentlich zweihörnig, nicht dreihörnig sind. Aber auch in den anderen Dimensionen finden sich Verschiedenheiten bei verschiedenen Individuen, so bezüglich der Länge der anderen Hörner.

Was die feinere Struktur der Membran betrifft, so weicht diese, wie oben angedeutet, von den schon beschriebenen Verhältnissen wesentlich ab[1]. Wir treffen hier Leisten, die nicht unregelmäßig vertheilt sind, sondern ein hübsches, ziemlich regelmäßiges Netzwerk bilden, zwischen welchen sich also weniger erhabene Areolen finden (Fig. 9 und 10). In diesen habe ich bei sehr starken Vergrößerungen vielfach, immer aber vergeblich, nach Poren gesucht. Die Leisten scheinen bei allen diesen Formen homolog zu sein, nur in verschiedener Weise angeordnet bei C. cornutum und C. hirundinella einerseits, bei C. tripos, C. furca und C. fusus andererseits, wobei die ersteren der Poren entbehren. — Das Skelet der Querfurche ist (bei C. cornutum) völlig strukturlos. In chemischer Beziehung verhält sich die Membran bei C. cornutum ganz wie bei den übrigen Ceratien: sie färbt sich in Chlorzinkjod nur schwach, in Jod und Schwefelsäure blau und hinterlässt kein Aschenskelet beim Glühen. Sie besteht also aus Cellulose.

Das Protoplasma ist dem des C. furca sehr ähnlich. Es enthält konstant Chlorophyll, Diatomin und Stärke; die Chlorophyllmenge ist hier gewöhnlich beträchtlicher als bei den marinen Formen, und durch Zusatz von Alkohol werden die grünen Körner sehr deutlich. Im lebenden Zustande fand ich jedoch niemals so grüne Individuen, wie sie Ehrenberg (18) abbildet; die von mir gesehenen waren immer bräunlich mit einem grünlichen Ton, wobei die grüne Farbe mehr oder weniger hervortrat, niemals jedoch die braune ganz verdeckte. Sollten sich hier lokal-physiologische Verschiedenheiten geltend machen? — Sehr oft findet sich im hinteren Theil des Körpers ein (seltener mehrere) Tröpfchen, wahrscheinlich eines ätherischen Öles, das übrigens auch fehlen kann (ich habe solche bei allen Arten der Gattung Ceratium, mit Ausnahme von C. fusus, gesehen, niemals aber so häufig wie bei C. cornutum). Es ist von rother oder

[1] Stein giebt an, dass der Panzer von C. cornutum aus Tafeln, in ähnlicher Weise wie bei Peridinium, zusammengesetzt sei. Auch ich habe mehrmals Verhältnisse gesehen, die zu derselben Annahme hätten führen können. Schließlich bin ich zu dem Resultate gelangt, dass jenes Verhalten nur dadurch vorgespiegelt wird, dass mehrere der Oberflächenleisten (zufälligerweise) in einer Linie liegen; denn erstens werden niemals breite, regelmäßig quergestreifte Zwischenräume angetroffen (wie bei Peridinium), und zweitens kann diese angebliche Zusammensetzung aus Tafeln durchaus nicht bei allen Individuen gesehen werden. Auch Stein hat die Grenzen der einzelnen »Tafeln« nicht feststellen können.

röthlicher Farbe, wird durch Alkohol ausgezogen und muss wohl dem Stoffwechsel zu dienen angenommen werden.

Eine kontraktile Vacuole findet sich nicht. — Der Kern verhält sich wie bei den übrigen Formen, misst im Durchmesser circa 0,030 mm. Mit diesen stimmt wohl auch der Bewegungsapparat, doch ist die Flimmerbewegung in der Querfurche (wie bei den Süßwasserformen überhaupt) durchaus nicht so leicht sichtbar wie bei den Meeresformen.

Wie bei allen vorhergehenden Formen und auch bei der folgenden habe ich von dieser Form oft zahlreiche Individuen angetroffen, welchen die halbe Schale fehlte (vergl. Fig. 11). Man sieht aus dieser Abbildung, dass die zwei hinteren Hörner, so wie der ganze rechte Theil der Rückenfläche bis weit vor der Querfurche ganz nackt sind, während der ganze linke Theil dieser Fläche (bis an den Ursprung des linken hinteren Horns) so wie das vordere Horn von der Membran bedeckt sind. An der Bauchseite ist natürlich der Theil links und vor dem Ausschnitte mit Schale versehen, während der Theil rechts und hinter demselben nackt ist. — Andere Individuen zeigen das umgekehrte Verhalten, hier ist der vordere und linke Körpertheil nackt, der hintere und rechte von der Schale bedeckt; aber niemals findet man den vorderen und rechten Theil nackt, den hinteren und linken mit Schale versehen oder umgekehrt. — Sehr oft traf ich zwei Individuen, die an einander wie verklebt schienen, in der Weise als hielt ein Individuum (wie Fig. 11) zwischen seinen zwei hinteren (nackten) Hörnern die linke (ebenfalls nackte) Seite eines anderen, das den entgegengesetzten Theil der Membran abgeworfen hatte. Die Thierchen schwammen mit sehr deutlichen Geißeln lebhaft umher. — Ich gebe diese Beobachtungen ganz nackt ohne davon eine sichere Deutung geben zu können. Entweder wird man diese Fälle als Theilung oder als Konjugation aufzufassen haben. Ich habe immer nur entweder einzelne freischwimmende oder in der genannten Weise paarige Individuen gesehen; niemals aber Stadien, welche direkt auf eine Theilung zu schließen erlaubten[1]. Eher möchte ich den Vorgang als Konjugation deuten; aber die Kerne,

[1] Wäre es Theilung, könnte man versucht sein dieselbe mit der eigenthümlichen Theilung der Diatomaceen zu identificiren. Hiergegen lässt sich aber einwenden, dass diese Art der Fortpflanzung wahrscheinlich der Gattung Ceratium eigenthümlich ist, welche sonst keinen näheren Anschluss an die Diatomaceen gestattet.

welche ich öfters sowohl bei halb nackten einzelnen wie bei gepaarten Individuen untersuchte, verhielten sich immer ganz normal. Weitere Untersuchungen haben hier zu entscheiden.

5) C. hirundinella.

Fig. 12.

Diese Art wurde 1773 von O. F. Müller (1) unter dem Namen Bursaria hirundinella beschrieben, später (3) wurde eine Zeichnung derselben gegeben. Schrank (4, 5, 6) beschreibt sie, spaltet sie aber in zwei Arten (C. tetraceras und C. macroceras), indem er sie in seine Gattung Ceratium einverleibt. Später wurde, wie oben angeführt, ihre Synonymie durch Ehrenberg und Perty in Konfusion gebracht, und weder Claparède und Lachmann noch Stein scheinen sie aus Autopsie gekannt zu haben.

Von dieser Form habe ich (im Gegensatze zu den oben beschriebenen) nur wenige Individuen beobachtet, daher vermag ich keine Angaben über Variabilität zu machen; doch genügte das Material um die Homologien und die systematische Stellung dieser Süßwasserform zu bestimmen.

Im Gegensatze zu den sämmtlichen oben beschriebenen Formen besitzt diese Art nicht zwei, sondern drei nach hinten gerichtete Hörner, von denen das mittlere das bei Weitem größte, das linke das kleinste ist. Das mittlere ist fast gerade nach hinten gerichtet, die beiden seitlichen mehr nach außen. Das vordere Horn ist sehr lang und verhält sich eher dem von C. furca oder C. tripos ähnlich wie dem von C. cornutum. — Welche von den drei hinteren Hörnern sind nun den zweien von C. cornutum homolog? Dies ist keine schwierige Frage. Das rechte (bei C. hirundinella) ist dem rechten bei C. cornutum, das mittlere der ersteren dem linken letzterer homolog; das linke der ersteren Form endlich findet sich bei letzterer nicht. Es kann dies aus folgenden Gründen geschlossen werden. Erstens aus dem Verhalten des ventralen Ausschnittes (vgl. die Fig. 12) den Hörnern gegenüber, zweitens aus der Form des mittleren Horns. Dasselbe besitzt nach links einen kleinen Buckel, ganz eben so wie wir es bei dem linken Horn des C. cornutum fanden, während das linke (bei C. hirundinella) seiner Lage nach ganz dem kleinen Buckel dicht hinter der Querfurche bei C. cornutum (siehe oben) entspricht, aus welchem es wahrscheinlich hervorgegangen ist. Drittens endlich kann dieser Schluss aus dem Verhalten bei dem Abwerfen der

(halben) Schale gezogen werden; wir finden nämlich auch hier das oben geschilderte Phänomen (vgl. Fig. 12).

Ein Individuum, das gemessen wurde, zeigte folgende Dimensionen: $A^1 = 0{,}215$ mm, $A^2 = 0{,}140$ mm, $A^3 = 0{,}125$ mm, $B = 0{,}058$ mm. (Die Bezeichnungen wie früher mit Ausnahme von A^3 = der Abstand von der vorderen bis zur linken hinteren Hornspitze.) Die ganze Körperform ist somit viel schmäler und schlanker wie bei C. cornutum.

Was die feinere Struktur der Membran betrifft, so schließt sich diese Art ganz an C. cornutum an, sie besitzt an der Oberfläche schön netzförmig angeordnete Leisten. — Das Material genügte nicht um Versuche über die chemische Beschaffenheit derselben anzustellen, doch wird sie wohl auch in dieser Beziehung mit C. corn. übereinstimmen.

Bezüglich Protoplasma, Zellkern u. s. w. scheint diese Form sich ganz wie C. cornutum zu verhalten.

Die Gattung Ceratium und deren hier behandelte Arten können in folgender Weise kurz definirt werden:

Ceratium (Schrank, Clap. et Lachm.) Bgh.

Der Körper in hornähnliche Verlängerungen ausgezogen. Keine Längsfurche, statt dieser ein großer Ausschnitt der Membran an der Bauchfläche. Sämmtliche bis jetzt bekannten Formen scheinen sich in vegetabilischer Weise zu ernähren.

Die hierher gehörigen Arten scheiden sich in zwei Unterabtheilungen:

A. Die Skeletmembran von Poren durchsetzt; an der Oberfläche derselben Leisten, die nicht netzförmig angeordnet sind. Die bisher bekannten Arten sind sämmtlich Meeresbewohner.

1) C. furca (Ehrbg.) Clap. et Lachm.

Zwei hintere, fast gerade nach hinten und nur wenig nach außen gerichtete; ein vorderes Horn.

2) C. tripos (O. F. Müll.) Nitsch.

Zwei hintere, ein vorderes Horn. Die hinteren nach vorn und außen gerichtet. Zwischen diesem und dem vorderen Formenkreis findet sich keine bestimmte Grenze.

3) C. fusus (Ehrbg.) Clap. et Lachm.

Das vordere und das linke der hinteren Hörner ungewöhnlich lang, das hintere rechte rudimentär oder fehlend.

B. Die Membran ohne Poren; an der Oberfläche netzförmig angeordnete Leisten. Die bisher bekannten Formen sind beide Süßwasserformen.

4) C. cornutum (Ehrbg.) Perty.

Körperform breit und plump; ein vorderes, ein oder zwei hintere Hörner.

5) C. hirundinella (O. F. Müll.) Schrank.

Körperform schlanker; ein vorderes, drei hintere Hörner.

Hierzu kommen noch zwei Ceratienspecies, die mir aus Autopsie nicht bekannt sind. Die eine derselben ist das von Claparède und Lachmann entdeckte C. biceps. Dasselbe schließt sich der ersten Gruppe, besonders dem C. furca dicht an, vielleicht stellt es nur eine Varietät dieser Form dar. — Die andere ist das Carter'sche C. kumaonense; diese Art gehört der zweiten Gruppe, ist dem C. cornutum offenbar ganz nahe verwandt. Zwischen den zwei wohlentwickelten hinteren Hörnern soll es ein sehr kleines mittleres besitzen; wahrscheinlich ist dies eine Neubildung; doch konnten aus der Carter'schen Abbildung und Beschreibung die Homologien der Hörner nicht mit Sicherheit bestimmt werden.

II. Die Gattung Dinophysis.

Diese für die Morphologie der Cilioflagellaten außerordentlich wichtige Gattung wurde von Ehrenberg (19) auf zwei Arten, D. acuta und D. Michaelis begründet. Später wurde von Claparède und Lachmann (33) eine größere Anzahl neuer Arten gefunden, D. norwegica, D. ventricosa, D. acuminata, D. ovata, D. laevis. Von diesen Arten scheint die letztere (nach ihren Abbildungen) gewiss die morphologisch interessanteste. — Von ihrer Organisation, allgemeinen Morphologie und ihrer Homologie, welche für das System der Cilioflagellaten von größter Bedeutung sind, ist nur äußerst wenig erkannt worden.

Ich kenne aus Autopsie nur drei der beschriebenen Formen: D. acuta, D. Michaelis (?) und D. laevis.

1) D. acuta.

Fig. 49—52.

Bei der Vergleichung dieser Form mit den eben beschriebenen Ceratien fallen uns gleich mehrere Verhältnisse auf. Das erste betrifft die allgemeine Körperform; während diese bei den Ceratien mehr oder weniger flachgedrückt (sc. von der Rücken- nach der Bauchfläche komprimirt) oder rundlich erscheint, ist sie hier (von der rechten nach der linken Seite) stark zusammengedrückt. Der zweite Umstand ist der, dass die Querfurche, welche bei den anderen Formen etwa im Äquator des Körpers lag (wenn diese Bezeichnung angewendet werden kann), sich hier dicht am Vorderende findet, so dass die vordere ihrer Begrenzungsleisten den Vorderrand des eigentlichen Körpers überragt. Zugleich ist zu bemerken, dass die Querfurchenleisten nicht (wie bei den anderen Formen) fast senkrecht zur Oberfläche der Membran stehen, sondern sich von derselben in einem nach vorn etwas spitzen Winkel erheben. Endlich finden wir an der (sehr schmalen) Ventralfläche ein höchst eigenthümliches System von leisten- und stachelartigen Verdickungen der Membran, von dem bei den Ceratien gar nichts vorkommt[1].

Man findet — als Folge der zusammengedrückten Körperform — die Dinophysis in den Präparaten nicht auf der Bauch- oder Rückenfläche, sondern auf der rechten oder linken Seite liegend. Betrachten wir nun eine solche von der rechten Seite (vgl. Fig. 49), dann finden wir, wie oben erwähnt, die Querfurche dicht am Vorderende; diese ist, eben so wie bei den oben beschriebenen Formen, von zwei Leisten vorn und hinten begrenzt. Beide sind an der Ventralfläche unterbrochen, die vordere ganz einfach, indem sie hier jederseits immer niedriger wird um schließlich in der Mitte völlig zu schwinden; von der hinteren läuft aber an der Bauchfläche zurück eine (eben so wie die Querfurchenleiste) schwach brechende, aber ziemlich erhabene Längsleiste als direkte Fortsetzung jener und eines der wesentlichsten Bestandtheile der Claparède-Lachmann'schen

[1] Dieser Apparat an der Bauchfläche ist sowohl von Ehrenberg wie von Claparède und Lachmann in seinen gröbsten Zügen beobachtet und gezeichnet worden, die letzteren Verfasser nennen ihn »die Handhabe« (»l'anse«), indem sie den ganzen Dinophysis-Körper einer Milchkanne vergleichen. Keiner dieser Beobachter hat jedoch eine Vorstellung von der morphologischen Bedeutung und der Homologie dieses Apparates gehabt.

Handhabe. In ihr scheinen drei weit stärker brechende stachelartige Verdickungen der Membran sich hinaus zu verlängern. Man sieht außerhalb (sc. ventralwärts) des Leistenkontur einen anderen tiefer liegenden; nur bis zum zweiten Stachel kann die ersterwähnte Leiste für sich verfolgt werden, hinter diesem scheint sie mit der letztgenannten (tiefer liegenden) zu verschmelzen. — Was die Körperform betrifft, so ist diese nach hinten etwas zugespitzt-abgerundet, und der Kontur des Körpers ist etwas unregelmäßig, zeigt Vorsprünge und dgl. Unter dem Körperkontur kann man bisweilen noch einen ebensolchen (außerhalb desselben) an der Rückenseite sehen, in andern Fällen wird er vermisst.

Betrachten wir nun eine solche von der entgegengesetzten (linken) Seite, dann finden wir fast ganz dieselben Verhältnisse. Die hintere Querfurchenleiste geht eben so hier (links) in eine schwach brechende, aber sehr erhabene Längsleiste über, welche an der Ventralfläche rückwärts läuft und den wesentlichsten Theil der »Handhabe« ausmacht. Zugleich kann die entsprechende der rechten Seite bis zum zweiten Stachel unterschieden werden; wo diese drei Stacheln aber an der Membran entspringen, ist eben so wenig hier wie bei der vorigen Betrachtungsweise entscheidbar. Bisweilen sieht man (eben so wie von rechs) außer dem eigentlichen Körperkontur einen ähnlichen tiefer liegenden (Fig. 50).

Betrachten wir den Körper von der Rückenfläche, so zeigt er natürlich die hohe zusammengedrückte Form sehr deutlich (Fig. 52). Die Querfurchenleisten sind an der Rückenseite nicht unterbrochen (eben so wie bei den sämmtlichen anderen Formen). Die eigentliche Rückenfläche ist sehr schmal und wird jederseits durch eine ziemlich hervorstehende Leiste begrenzt. Bald ist die rechte, bald die linke derselben mehr hervorragend, und hierdurch kommt es, dass wir sowohl bei Betrachtung von der rechten wie von der linken Seite bald einen tiefer liegenden Kontur sehen können, bald nicht.

Viel instruktiver als die Untersuchung von der Rückenfläche ist die Beobachtung von der Bauchfläche, an welcher sich das ganze System von Leisten und Stacheln findet. Für die Vergleichung mit den übrigen Cilioflagellaten stellt sich die Frage als eine besonders wichtige: in welchem Verhältnis stehen diese Leisten und Stacheln theils zu einander, theils zu den Querfurchenleisten? Diese Frage wird eben durch die Untersuchung der Bauchfläche entschieden werden. Fig. 53 stellt eine Dinophysis (Michaelis, welche sich in dieser Beziehung mit D. acuta identisch verhält) dar, schief von vorn und

unten gesehen. Man bemerkt: 1) dass die hintere Querfurchenleiste links in einen etwa rechten Winkel umbiegt und rückwärts als die linke Leiste der »Handhabe« verläuft; 2) dass die rechte eine ähnliche Biegung macht; 3) beide scheinen sich etwas weiter nach hinten zu vereinigen (was jedoch, wie wir sehen werden, nicht der Fall ist); 4) von der rechten (schwach brechenden) Längsleiste geht eine stärker brechende Leiste ab, die in den hintersten der drei Stachel ausläuft; 5) von der hinteren Querfurchenleiste links vor ihrer Umbiegung haben zwei andere, stärker brechende Leisten ihren Ausgang. Von diesen läuft 6) die erstere, indem sie die zweite kreuzt, in den mittleren Stachel aus; 7) die zweite läuft in die vorderste dieser aus[1], geht dann aber nach hinten, vielleicht im Verein mit der ersteren.

Wie ein optischer Querschnitt (Fig. 51) lehrt, ist dieser ganze Apparat von Leisten und Stacheln an der Bauchfläche ziemlich stark rechts gebogen (die Figur ist von vorn gesehen).

Es geht aus diesen Beobachtungen hervor, dass die »Handhabe« von Claparède und Lachmann mit der hinteren Querfurchenleiste in Verbindung steht, und dass ihre sämmtlichen Leisten und Stacheln von dieser entspringen. Die Bilder, welche wir durch Betrachtung von rechter und linker Seite erhielten, werden jetzt auch leicht verständlich sein. So geht auf der Fig. 49 (von rechts gesehen) nur der hinterste Stachel direkt von dem Körperkontur aus, während umgekehrt von links (Fig. 50) die zwei vorderen, die hinten nicht von diesem zu entspringen scheinen.

Fragen wir nun: ist der eigentliche Körper der Dinophysis dem Vorder- oder Hinterkörper der oben erwähnten Formen homolog, dann haben wir ja eigentlich im Vorhergehenden die Antwort anticipirt. Sie ist übrigens, wenn wir sie nur mit der Gattung Ceratium vergleichen, nicht so einfach. Vergleichen wir sie dagegen mit den Peridinien oder vor Allem mit Protoperidinium (siehe unten), dann wird leicht erkannt, dass derselbe dem Hinterkörper dieser entspricht. Wir treffen beim Protoperidinium pellucidum in den Grundzügen völlig identische Verhältnisse bezüglich der Leisten der Quer- und Längsfurche, in der Weise, dass wir berechtigt sind die Homologie als vollständig erwiesen zu betrachten. — Übrigens haben schon Claparède und Lachmann, wesentlich auf dem Verhalten des Flagellum und der Cilien fußend, richtig erkannt, dass der Dino-

[1] Weil die Fig. 53 etwas schief von vorn und unten gesehen ist, liegt der vorderste Stachel hier etwas gedeckt.

physiskörper dem Hinterkörper (sc. was sie Vorderkörper nennen) der Ceratien entspreche; der hier gelieferte Beweis wird aber als noch mehr vollgültig gelten können.

Maßangaben.

Diese Form scheint nicht sehr zu variiren. Ich beschränke mich desshalb darauf die Messungen zweier Individuen mitzutheilen. L = die Länge; B = die Höhe (etwa an der Mitte), die »Handhabe« nicht mitgerechnet; H = die Länge der »Handhabe«; F = die Höhe der Querfurche. Die Angaben in mm.

	L	B	H	F
I.	0,064	0,045	0,035	0,036
II.	0,057	0,039	0,034	0,031

Was die feinere Struktur der Skeletmembran betrifft, so ist sie wesentlich dieselbe wie bei Ceratium cornutum und C. hirundinella. Von der rechten oder linken Seite betrachtet zeigt sie an der Oberfläche ein kräftiges Netzwerk von erhabenen Leisten mit zwischenliegenden niedrigeren Areolen. Bisweilen setzt sich dieses Netzwerk auf die Hauptleisten der »Handhabe« bis zu deren Rändern hinaus fort (Fig. 49), bisweilen nur auf ein Stück derselben (Fig. 50); bisweilen sind diese vollständig hyalin und strukturlos. In dieser Beziehung findet sich also eine Variation. Die schmale Rückenfläche schien mir ganz strukturlos zu sein (Fig. 52); die Bauchfläche zeigt innerhalb der Längsleisten eine eigenthümliche Querstreifung (Fig. 53), durch Querleisten hervorgerufen, welche an die an gewissen Partien der Membranen der Gattungen Protoperidinium und Peridinium (siehe unten) sich findende Querstreifung erinnert, jedoch wegen der Lage nur als Analogon, nicht als Homologon derselben gedeutet werden kann. Eine Zusammensetzung aus Tafeln so wie bei diesen letzteren findet sich nicht bei Dinophysis.

Bezüglich der chemischen Beschaffenheit der Membran verhält sich diese Form wesentlich wie die Ceratien. Sie hinterlässt beim Glühen kein Aschenskelet und färbt sich in Jodchlorzink nur ganz schwach, durch Jod- und Schwefelsäurebehandlung intensiv blau; doch findet auch hier eine Variation in dieser Reaktion statt (vgl. oben bei Ceratium furca). Durch Zusatz koncentrirter Schwefelsäure quillt die Membran langsam auf, und hierdurch

schwindet der Unterschied in der Lichtbrechung der Stacheln und Leisten der »Handhabe« vollständig. Es dürfte vielleicht desshalb wahrscheinlich sein, dass diese so verschiedene Lichtbrechung auf einem resp. geringeren oder größeren Wassergehalt beruhe (in Analogie mit der »Schichtung und Streifung« der Zellhaut und dem Bau der Stärkekörner; vgl. Julius Sachs, Lehrbuch der Botanik. 4. Aufl. 1874. pag. 29—33, 60—62). Doch wird die Lichtbrechungsverschiedenheit durch andere wasserentziehende Reagentien (z. B. absoluten Alkohol) nicht aufgehoben.

Das Protoplasma ist bei dieser Art wie bei den sämmtlichen Ceratien durch Diatomin bräunlich-gelb gefärbt. Dieser Farbstoff zeigt auch hier eine ähnliche diffuse Vertheilung wie bei Ceratium; oft finden wir ihn in 2—3 größeren, unregelmäßigen Klümpchen, während dann der ganze übrige Körper farblos ist. Er wird leicht und schnell durch Alkohol ausgezogen (eben so wie beim Ceratium), hierdurch wird die Farbe grün, und es zeigt sich, dass auch diese Form konstant große und wohlentwickelte Chlorophyllkörner enthält; die einzelnen Körner schienen mir gewöhnlich etwas größer wie bei den Ceratien. Je nachdem das Chlorophyll sich in größerer oder geringerer Menge findet, wird die Farbe dunkler oder heller (bräunlich-gelb), bisweilen spielt sogar ein grünlicher Ton darin, und die Farbe kann in einem Individuum an verschiedenen Orten verschieden sein; ganz grüne Individuen habe ich jedoch niemals gefunden. — Auch enthält diese Form gewöhnlich recht beträchtliche Mengen von Stärkekörnern, und die Färbung durch Jod ist hier intensiv blau, nicht (wie bei den Ceratien) blauviolett. — Das Vorkommen dieser konstanten Einschlüsse im Protoplasma, so wie das stete Fehlen gefressener Organismen, deutet auf dieselbe (vegetabilische) Ernährungsweise wie bei den Ceratien. — Fett konnte nicht nachgewiesen werden, jedenfalls nicht in größerer Menge (Reaktion mit Osmiumsäure). — Kontraktile Blasen scheinen sich nicht zu finden; jedenfalls habe ich niemals solche sehen können.

Der Kern ist von derselben Beschaffenheit wie bei den Ceratien, scheint aber niemals im Leben sichtbar zu sein, tritt dagegen nach Ausziehen der Farbstoffe (mittels Alkohol) und darauf folgende Behandlung mit Jod sehr deutlich hervor. Seine Lage ist dorsal (wie mir scheint, ziemlich konstant), in der Mittellinie der Rückenfläche; seine Form ist gewöhnlich länglich, wobei die lange Achse der langen Körperachse parallel liegt. Bei einem Individuum, an welchem sie gemessen wurde, war die Länge = 0,029 mm.

Der Bewegungsapparat besteht aus denselben Elementen wie bei den oben erwähnten Formen: dem Flagellum und den in der Querfurche angeordneten Cilien (dem kontraktilen Saum). Hier findet sich jedenfalls nur ein solcher kontraktiler Saum, dessen hervorragende Theile (Cilien) mir von ansehnlicher Länge zu sein schienen. Die Bewegung in der Querfurche findet ganz in derselben (konstanten) Richtung wie bei den Ceratien statt: von links nach rechts. — Das Flagellum wird von Claparède und Lachmann als hinter dem hintersten (dritten) der drei Stacheln der »Handhabe« entspringend angegeben, und diese Angabe würde — falls sie richtig wäre — jedem mit diesen Organismen sich beschäftigenden Morphologen nicht unerhebliche Schwierigkeiten bereiten, indem die Vergleichung mit Prorocentrum in diesem Falle sich nicht ganz rein durchführen ließe. Ihre Beobachtung ist aber unrichtig. Das Flagellum entspringt nicht hinter, sondern unmittelbar vor dem dritten der drei Stacheln der »Handhabe«, sowohl bei dieser wie bei den anderen von mir untersuchten Dinophysisformen. Die Spalte an der Ventralfläche, aus der es hinaustretend angenommen werden muss, habe ich nicht mit Sicherheit sehen können. Es schwingt oft hin und her fast in der ganzen Länge der »Handhabe«; zwischen den Rändern der zwei Leisten möchte wohl eine (schmale) Spalte sich finden. Die Leisten der »Handhabe« sind also nicht mit einander verwachsen, wie man nach der unmittelbaren Beobachtung glauben sollte. Wenn die Geißel sich in Ruhe hält, ist sie gewöhnlich (wie bei den übrigen Diniferen) nach hinten gerichtet; es kann dann scheinen, als entspränge sie hinter dem dritten Stachel, wodurch sich Claparède und Lachmann täuschen ließen[1]. — Die Bewegung findet fast immer mit dem (morphologischen) Vorderende nach vorn gerichtet statt; oft macht das Thierchen kleine ruckweise Bewegungen; bisweilen kann es auch um einen außerhalb seiner gelegenen Punkt als Centrum rotiren (doch selten durch längere Zeit).

---

[1] Den Ursprung des Flagellum entdeckte ich erst bei D. laevis, wo dies wegen der größeren Durchsichtigkeit der »Handhabe« deutlicher und leichter anschaulich ist. Später wurde es auch für D. acuta mit Sicherheit bestätigt, wo ich ursprünglich zu demselben falschen Resultat wie Claparède und Lachmann gekommen war.

2) D. Michaelis (?).

Fig. 53 u. 54.

Diese Form wurde mit der vorigen zusammen von Ehrenberg (19) beschrieben. In wie fern sie wirklich als »Art« aufrecht erhalten werden kann, scheint mir höchst zweifelhaft. Mehrmals habe ich nämlich Formen gesehen, welche einen Übergang zwischen dieser und der vorigen zu bilden schienen; da ich jedoch keine Suite von Formen, die in Reichhaltigkeit sich der bei C. furca und C. tripos geschilderten vergleichen ließe, besitze, ist sie einstweilen als selbständige Form beibehalten. Jedenfalls steht sie der D. acuta sehr nahe und bietet (wenn man diese kennt) in morphologischer Beziehung nur sehr geringes Interesse dar.

Der erste sich zeigende Unterschied ist die Größe: Individuen dieser »Art« sind gewöhnlich etwas kleiner als D. acuta. Länge = ca. 0,040 mm, Höhe (die »Handhabe« nicht mitgerechnet) = ca. 0,025 mm, Länge der »Handhabe« = ca. 0,024 mm, Höhe der Querfurche = ca. 0,018 mm. — Dann ist die Körperform regelmäßiger oval als bei D. acuta; bei näherer Vergleichung zeigt sich der Körper von D. acuta nach hinten viel mehr zugespitzt, und die Bauchfläche besitzt hinter der »Handhabe« bei D. acuta eine schwache Konkavität, die bei D. Michaelis ausgeebnet ist. Endlich ist die Höhe der Querfurche nicht nur absolut sondern auch relativ kleiner als bei D. acuta (vgl. die Maßangaben). Im Übrigen stimmt diese Form vollkommen mit D. acuta überein: im feineren Bau und in der chemischen Beschaffenheit der Membran, an welcher wir die netzförmig angeordneten Leisten eben so stark entwickelt finden; im ganzen Bau der »Handhabe«; bez. des Bewegungsapparats und der Bewegung. — Auch hier enthält das Protoplasma Diatomin, Chlorophyll und Stärke, dagegen niemals gefressene Organismen. Keine kontraktile Blase findet sich. — Der Kern ist (eben so wie bei D. acuta und D. laevis) dorsal gelegen, von ovaler Form. Bei einem Individuum wurde er gemessen: Länge = 0,020 mm, Breite = 0,014 mm.

3) D. laevis.

Fig. 55.

Diese Form wurde von Claparède und Lachmann (33) kurz und ziemlich oberflächlich beschrieben. Später scheint sie nicht

wieder gefunden oder untersucht worden zu sein. Sie war eben so wie die beiden oben erwähnten bei Strib im Juli 1880 sehr gemein [1].

Die allgemeine Körperform ist noch mehr kurz, hoch und zusammengedrückt als bei D. acuta. Besonders unterscheidet sie sich von dieser dadurch, dass sich ein Vorderkörper, d. h. ein vor der Querfurche liegender Körperabschnitt sich zu sondern begonnen hat. Man sieht aus der Fig. 55, dass der eigentliche Körper (bei Betrachtung von der Seite) bis vor den Rand der vorderen Querfurchenleiste reicht, während bei D. acuta (Fig. 49 und 50 dieser bis vor den Vorderrand des Körpers reichte. Nach hinten ist der Körper plump abgerundet. Was die Skeletverhältnisse betrifft, so stimmt sie mit D. acuta überein: nur müssen zwei Abweichungen angemerkt werden: die erste die, dass die Längsleisten der »Handhabe« weiter von einander entfernt sind, so dass sie bei Betrachtung von der Seite in ihrer ganzen Länge unterschieden werden können, wobei natürlich jede die Stacheln ihrerseits behält; dann dass die netzförmige Struktur sich zwar auch hier findet, jedoch weit schwächer als bei D. acuta. Sie ist von Claparède und Lachmann sogar übersehen worden.

Im Gegensatz zu den Verhältnissen bei D. acuta und D. Michaelis ist das Protoplasma bei D. laevis völlig farblos, enthält weder Diatomin, noch Chlorophyll oder Stärke; dagegen finden sich häufig darin einige farblose, durchsichtige Tröpfchen von fettähnlichem Aussehen; Färbung durch Osmiumsäure gelang jedoch nicht [2]. — Häufig finden sich eine oder zwei größere oder kleinere Bläschen von ganz derselben Beschaffenheit — und wohl auch Funktion? — wie bei Protoperidinium pellucidum (siehe unten) ausführlicher geschildert wird; man kann bisweilen sehen, wie sie durch ein schmales an der Ventralfläche ausmündendes Kanälchen mit dem umgebenden Medium in Verbindung zu stehen scheinen nach Analogie mit Protoperidinium pellucidum und Diplopsalis lenticula durch die Spalte für das Flagellum).

Diese Art scheint fast gar nicht zu variiren, weder bezüglich

[1] Alle diese marinen Formen wurden — um sie in größerer Menge zu erhalten — mittels eines feinen pelagischen Netzes gefischt. Sie sammeln sich gewöhnlich an der Oberfläche des Wassers im Glase an, besonders an der Seite, welche gegen das Licht gekehrt ist.

[2] Schon Claparède und Lachmann haben diese ölartigen Tröpfchen bei dieser Form gesehen und gezeichnet.

der Form noch Größe. Ihre Dimensionen sind etwa folgende: L. = ca. 0,048 mm, B. = ca. 0,039 mm, H. = ca. 0,028 mm, F. = ca. 0,036 mm (die Bezeichnungen dieselben wie bei D. acuta).

Der Kern ist von rundlicher Form und von derselben Beschaffenheit wie bei den oben erwähnten Formen: besonders tritt er nach Jodbehandlung deutlich hervor; im Leben ist er nicht sichtbar. Er ist, wie es scheint, ziemlich konstant dorsal gelegen und misst im Durchmesser ca. 0,017 mm. Der Bewegungsapparat verhält sich wie bei D. acuta, eben so wie die Bewegung ganz in derselben Weise vor sich geht. Wie oben bemerkt, ist der Ursprung des Flagellum (vor dem hintersten Stachel) hier sehr deutlich.

Von D. laevis habe ich einmal ein Individuum im Ruhezustand (zu einer Kugel innerhalb der Schale zusammengezogen) gefunden.

Die kurze Diagnose der Gattung Dinophysis und ihrer hier beschriebenen Arten würde etwa so ausfallen:

Dinophysis Ehrbg.

Der Körper stark zusammengedrückt; die Querfurche dicht am vorderen Pole. Die Längsfurche von zwei schwach brechenden Leisten begrenzt, an denen sich rechts ein, links zwei Stacheln anschließen. Nur marine Formen sind bekannt.

1) D. acuta Ehrbg.

Gar kein Vorderkörper. Die netzförmige Struktur der Membran sehr deutlich.

2) D. Michaelis Ehrbg. (?).

Nur in der Körperform von voriger verschieden: mehr rundlich; die Höhe der Querfurche geringer. Vielleicht nur eine Varietät der vorigen.

3) D. laevis Clap. et Lachm.

Körperform sehr schmal und hoch, nach hinten abgerundet. Ein (zwar kleiner) Vorderkörper findet sich. Die netzförmige Struktur der Membran weniger deutlich.

III. Die Gattung Protoperidinium (nov. gen.)

In diese Gattung fasse ich zwei Formen zusammen, von denen die eine, an der die Hauptuntersuchung vorgenommen wurde, neu ist, die andere, von welcher nur sparsames Material vorlag, wahrscheinlich mit Ehrenberg's Peridinium Michaelis identisch ist.

1) P. pellucidum (nov. sp.)

Fig. 46—48.

Diese Form, welche neu zu sein scheint, fand ich in großer Menge in meinem Spiritusmaterial (siehe Vorwort), wonach sie generisch bestimmt wurde; die Species konnte erst an lebendem Material, das ich sehr reichlich bei Strib (Juli—August 1880) erhielt, bestimmt werden.

Die beiden oben beschriebenen Gattungen, Ceratium und Dinophysis stimmten mit einander in ihrer bilateral-asymmetrischen Körperform überein, wichen aber von einander in dem wesentlichen Punkte ab, dass Ceratium ziemlich flachgedrückt, Dinophysis stark zusammengedrückt war. Betrachten wir jetzt die hier zu erwähnende Form von hinten, also im optischen Querschnitt, so zeigt sich dieser fast rund, doch an der Bauchseite etwas flacher als an der Rückenseite (Fig. 48). Dagegen stimmt sie mit jenen und den folgenden Formen in der bilateralen Asymmetrie überein.

Der am meisten in die Augen springende Körpertheil ist eben so wie bei den oben beschriebenen die Querfurche oder Flimmerrinne, die sich hier (wie bei den Ceratien) etwa an der Mitte des Körpers findet. Auch hier läuft sie mit ihren beiden Begrenzungsleisten an der Rückenfläche ununterbrochen hin und biegt an den Seiten gegen die Bauchfläche um. Beide Querfurchenleisten sind eben so wie bei den oben erwähnten Formen) an der Bauchseite unterbrochen, und es findet sich eine Längsfurche nur im hinteren Körperabschnitte. Von größter Wichtigkeit ist es nun, sowohl für die Vergleichung mit Dinophysis wie mit Peridinium und Diplopsalis, dass wir beim Protoperidinium Homologa der sämmtlichen Theile der »Handhabe« der Dinophysis finden. Man betrachte Fig. 46. Es leuchtet aus derselben hervor, dass die hintere Querfurchenleiste an der Ventralfläche in einem etwa rechten Winkel nach hinten umbiegt, sowohl rechts wie links vor der Mittellinie. Ganz nach hinten finden

wir zwei spitzige hornähnliche Verlängerungen; dieselben sind jedoch nicht »Hörner« im Sinne wie diejenigen der Ceratien (wie sie bei P. Michaelis — siehe unten — von Ehrenberg aufgefasst und gezeichnet wurden), sondern von diesen völlig verschiedene Gebilde. Jedes derselben besteht aus einem stark brechenden Stachel und einer mit diesem innig verbundenen, viel schwächer brechenden Leiste; aber es findet sich durchaus kein Hohlraum in ihnen, so dass kein Protoplasma sich in sie fortsetzt. — Die links nach hinten verlaufende Verlängerung der Querfurchenleiste läuft, wie aus der Figur zu ersehen, in den linken Stachel aus; dieser ist nahe an seinem Ende in zwei Äste getheilt, was man auch so auffassen kann, dass zwei Stacheln bis nahe zu ihrem Ende mit einander verschmolzen sind: die Vergleichung mit Dinophysis macht diese Auffassungsweise zwingend nothwendig. Außerdem geht etwa an der Mitte des Stachels von ihm die innig mit ihm verbundene schwach brechende Leite aus (vgl. Fig. 46). — Rechts läuft die nach hinten gehende Fortsetzung der Querfurchenleiste eben so in den Stachel dieser Seite aus; hier konnte ich den Ursprung der schwächer brechenden Leiste nicht genau sehen, doch verhält sie sich wohl in dieser Beziehung ganz wie die der linken Seite. — Zwischen diesen liegt nun die ziemlich breite Längsfurche, die nicht (wie der ventrale Ausschnitt der Ceratien) von Skelet frei ist; nur an einer ganz schmalen Spalte liegt das Protoplasma entblößt, und durch diese tritt das Flagellum aus (vgl. Fig. 46).

Es ist leicht zu ersehen, dass wir in diesem Begrenzungsapparat der Längsfurche ein vollständiges Homologon der »Handhabe« der Dinophysis besitzen; sämmtliche Theile derselben lassen sich in ihm nachweisen. Für die Vergleichung im Allgemeinen lässt sich sagen, dass hier einerseits eine Sonderung, andererseits eine Centralisirung stattgefunden hat, was mit der veränderten Körperform in Verbindung steht. Einerseits sind die zwei schwächer brechenden Leisten hier viel weiter aus einander gerückt wie bei Dinophysis, was sich von der Verbreiterung der Bauchfläche ableiten lässt; andererseits sind die Stacheln (alle drei) etwa in derselben Höhe gelegen und die zwei der linken Seite sogar theilweise verschmolzen, was aus einer Verkürzung des Hinterkörpers erklärt werden kann. Endlich ist der ganze Apparat an den hinteren Pol verlegt (was auch hiermit in Verbindung steht). — Übrigens ist die Homologie klar: eine Leiste und zwei Stacheln gehen von der linken Seite der hinteren Querfurchenleiste aus, eine Leiste und ein

Stachel von der rechten Seite derselben; nur haben hierbei, wie gezeigt wurde, einige Verschiebungen stattgefunden.

Was die allgemeine Körperform betrifft, so ist sie nach vorn zugespitzt, nach hinten plump abgerundet (wenn wir die Leisten und Stacheln nicht in Betracht ziehen). Da die Querfurche etwa an der Mitte des Körpers liegt, wird dieser sowohl in Vorder- und Hinterkörper geschieden.

Maßangaben.

Diese Form scheint nicht besonders zu variiren; ich habe jedenfalls gewöhnlich die Dimensionen ziemlich konstant gefunden. Es folgen in der Tabelle die Messungen zweier Individuen, wobei folgende Bezeichnungen gebraucht sind: L = der Abstand vom Vorderende bis zur Spitze eines der Stacheln; L^1 = Länge der Stacheln außerhalb des Körpers; B = Breite der Querfurche (die Angaben in mm).

	L	L^1	B
I.	0,056	0,006	0,048
II.	0,070	0,011	0,061

Was die feinere Struktur der Membran betrifft, so finden wir sie hier zum ersten Male aus Tafeln zusammengesetzt, welche durch schmälere, zwischenliegende Streifen geschieden sind, welches Verhältnis bei den sämmtlichen Arten der Gattung Peridinium wiederkehrt. Die Tafelzahl ist immer konstant; am Vorderkörper finden sich 10, am Hinterkörper 7. Sie sind folgenderweise angeordnet: median an der Rückenfläche bestehen drei unpaare Tafeln, eine hinter der anderen. Die hinterste grenzt unmittelbar an die vordere Querfurchenleiste, ist viereckig, von fast rectangulärer Form: die längeren Seiten sind die transversalen, die kürzeren die longitudinalen. Die mittlere derselben ist etwa sechseckig mit zwei längeren (transversalen) und vier kürzeren (schief longitudinalen) Seiten. Die vorderste und schmälste endlich ist von der Form eines gleichschenkeligen Dreieckes mit transversaler Basis. In der Medianlinie der Bauchfläche treffen wir eine unpaare Tafel, etwa wie ein Trapez geformt, dessen spitzer Winkel nach vorn gerichtet ist: mit ihrem hinteren ebenfalls spitzen Winkel erstreckt

sie sich bis zur Unterbrechung der vordersten Querfurchenleiste. Jederseits hiervon liegt an der Ventralfläche nach hinten eine als ungleichschenkliges Dreieck geformte Tafel: bisweilen ist die rechte, bisweilen die linke größer, selten sind sie gleich groß. Außerhalb dieser (der medianen und der zwei derselben zunächst liegenden lateralen) Tafeln finden sich jederseits noch zwei Tafeln; die vordere und kleinste ist wie ein ungleichschenkliges Dreieck, die hintere und größte wie ein unregelmäßiges Viereck geformt. (Bei Angabe dieser Formen werden die Tafeln als plane Flächen gedacht.) — Am Hinterkörper findet sich median an der Rückenfläche eine Tafel, welche die Form eines Fünfecks mit unpaarer Grundlinie und gepaarten Seitenlinien hat; die Grundlinie wird von der hinteren Querfurchenleiste gebildet. Von jeder der drei hinteren Ecken dieser Tafel geht einer der erwähnten schmäleren Streifen aus, welche die Tafeln von einander scheiden; wir erhalten somit ein Paar Tafeln seitwärts, ein Paar nach hinten (vgl. Fig. 47). Diese sind gegen die Bauchfläche umgebogen und würden zu Ebenen ausgebreitet eine pentagonale Form haben. Die Bauchfläche des Hinterkörpers hat natürlich keine mediane Tafel, weil sich hier die Längsfurche findet; aber es finden sich zwei laterale von trapezoëdrischer Form, nach vorn durch die hintere Querfurchenleiste, nach innen durch die Längsfurchenleisten begrenzt. — Sämmtliche hier erwähnten Tafeln bieten ganz dieselbe Struktur: an der Oberfläche ein Netzwerk von Leisten und niedrigeren Zwischenräumen; aber die Leisten treten nicht sehr stark hervor (etwa wie bei Dinophysis laevis), so dass die Struktur erst mit stärkeren Objektiven erkannt wird. — Die zwischenliegenden, schmäleren Streifen entbehren dieser netzförmigen Struktur, und zeigen nur Querleisten, wodurch sie ein quergestreiftes Aussehen darbieten. Bisweilen sind sie sehr schmal, bisweilen viel mächtiger entwickelt (eben so wie bei Peridinium). — Die Quer- und Längsfurche scheinen ganz strukturlos zu sein.

Bezüglich der chemischen Beschaffenheit der Membran sei hier nur bemerkt, dass sie sich durch Chlorzinkjodbehandlung intensiv roth färbt; nach Glühen bleibt kein Rückstand: in Jod und Schwefelsäure färbt sie sich blau und durch Einwirkung der Säure wird der Unterschied in der Lichtbrechung der Leisten und Stacheln verwischt. Die Chlorzinkjodpräparate sind für das Studium der feineren Struktur sehr geeignet.

Das Protoplasma ist fast vollkommen farblos, enthält niemals Spuren von Diatomin oder Chlorophyll, auch scheint es nach

meinen Versuchen keine Stärke zu enthalten: durch Jod färbt sich das ganze Plasma sehr dunkel (bräunlichgelb); blaue oder blauviolette Körner konnten doch in demselben niemals nachgewiesen werden. Auch werden in ihm niemals Fremdkörperchen gefunden, welche als gefressene Organismen gedeutet werden könnten (was auch wegen der Enge der Flagellum-Spalte durchaus unwahrscheinlich wäre)[1]. Osmiumsäureproben wiesen kein Fett nach. — Im Protoplasma findet sich gewöhnlich eine Blase von sehr verschiedener Form und Größe. Es ist dieselbe Blase, welche von R. von Willemoes-Suhm (41) beschrieben wurde (bei einer anderen Form), und deren verschiedene Formzustände er in Verbindung mit der Entwicklung setzte. Seine Deutung ist jedoch völlig falsch. Ich habe ganz dieselben Einstülpungsstadien wie v. Willemoes-Suhm gesehen, wie die Blase durch ein feines Kanälchen, das durch die Flagellum-Spalte in der Längsfurche ausmündet, mit dem umgebenden Medium in Verbindung steht; aber sehr oft habe ich sie auch völlig isolirt, allseitig vom Protoplasma umgeben gefunden. Kontraktionen der Blase wurden niemals beobachtet: sie verändert nur äußerst langsam ihre Form und ihr Volum. Wahrscheinlich ist sie jedoch im Stande sich zu kontrahiren, weil wohl ihre Funktion darin besteht, Wasser in den Körper einzuführen und in dieser Weise dem Stoffwechsel zu dienen.

Der Kern liegt bisweilen mehr central, bisweilen mehr excentrisch; wahrscheinlich üben die verschiedenen Zustände der erwähnten Blase einen bedeutsamen Einfluss auf seine Lage aus. Er ist rundlich oder oval, enthält kein Kernkörperchen, ist aber von demselben Baue, wie bei den Ceratien (siehe oben); im Durchmesser misst er ca. 0,021 mm. Im Leben scheint er niemals sichtbar zu sein, tritt — sonderbar genug — auch nach Alkoholbehandlung nicht deutlich hervor; er färbt sich jedenfalls nur sehr langsam und äußerst schwach in Pikrokarmin (nach Alkoholbehandlung); dagegen wird er durch Jod sehr deutlich.

---

[1] In welcher Weise sich dieser Organismus ernährt, ist mir daher räthselhaft geblieben. Er ernährt sich nicht in animalischer Weise; er enthält kein Chlorophyll oder Diatomin (also wohl keine Kohlensäureassimilation?, und ist nicht parasitisch lebend. Ist er vielleicht Saprophyt, und dient die gleich zu erwähnende Blase der Ernährung, indem sie mit dem Wasser (gelöste) Nährstoffe aufnimmt? Diese Frage (wie so viele andere in der Naturgeschichte der Protisten) verdiente es wohl von einem Physiologen aufgenommen und behandelt zu werden.

Der Bewegungsapparat besteht auch hier aus dem wohlentwickelten Flagellum, welches, wie oben angedeutet, aus der schmalen Spalte in der Längsfurche austritt und während der Ruhe nach hinten gerichtet ist, und aus dem Flimmerapparat der Querfurche. Letzterer wird aus zwei kontraktilen Säumen mit vorragenden Spitzen (welche Cilien entsprechen) gebildet. Hierzu wolle man Fig. 48 betrachten, welche einen idealen Querschnitt durch diese Form (von hinten gesehen) darstellt. Man sieht außerhalb dem starken, etwa runden Körperkontur einen zweiten ähnlichen und im Zickzack innerhalb und außerhalb dieses einen dritten schwachen Kontur. Dieses Bild ist so zu verstehen: der innere, starke, rundliche Kontur stellt den Außenrand der Membran dicht hinter der Querfurche dar; der schwächere rundliche Kontur außerhalb desselben ist der Außenrand der hinteren Querfurchenleiste, und die Zickzacklinie stellt den hintersten der erwähnten kontraktilen Säume dar. Betrachtet man nun diese Säume en face, so sieht man, dass ihre Lage ganz genau mit derjenigen der Querleisten zusammenfällt: weil sich nun außerdem in der Querfurche keine Spalte findet, wodurch sie austreten könnten, bleibt nur die Annahme übrig, dass die Leisten der Querfurche nach außen nicht geschlossen sind, sondern an ihrem Rande eine Spalte besitzen, wodurch der kontraktile Saum austritt. Die Bewegung dieser Säume geht nun in der Weise vor sich, dass jede der Spitzen (Cilien) in das tiefere Thal an ihrer Seite niedergeschlagen wird, und stets geht diese eigenthümliche, wellenartige Flimmerbewegung von der linken Seite an der Ventralfläche aus. Bei Weitem nicht immer sind die beiden Säume zu gleicher Zeit in Bewegung; gewöhnlich schwingt nur einer derselben für sich; die Bewegung setzt sich auch durchaus nicht immer auf den ganzen Saum fort, sondern verliert sich oft ganz nah an ihrem Ursprungsort (welcher, wie gesagt, konstant die linke Seite an der Bauchfläche ist). — Die Bewegung des »Thierchens« findet gewöhnlich mit dem Vorderende nach vorn gerichtet statt; doch kann es auch die umgekehrte Richtung einschlagen. Gewöhnlich findet während der Bewegung eine Rotation um die Längsachse statt.

Diese Form habe ich öfters in Ruhestadien gesehen (das Protoplasma innerhalb der Membran zu einer Kugel zusammengezogen, ganz unbeweglich).

2) P. Michaelis.

Außer der vorigen Art habe ich in Strib (Juli 1880) mehrmals eine andere, viel seltenere Form gefunden, welche ich nach den Figuren von Ehrenberg kein Bedenken trage mit seinem Peridinium Michaelis zu identificiren[1].

Bezüglich der Körperform und des feineren Baues der Membran stimmt diese Art im Wesentlichen mit P. pellucidum überein: doch schien die Anzahl der Tafeln etwas geringer zu sein, und das Leisten-Netzwerk an der Oberfläche tritt etwas mehr hervor, fast eben so stark wie bei Cerat. cornutum. Ferner weicht sie von P. pellucidum darin ab, dass die rechte Seite der Querfurche an der Ventralfläche etwas mehr nach hinten, die linke mehr nach vorn gebogen ist, so dass das Stück, an welchem sie unterbrochen ist, etwas größer wird. Dagegen stimmt sie, was den Leisten-Stachel-Apparat der Längsfurche betrifft, fast vollkommen mit letztgenannter, und für die generische Bestimmung ist dies von der größten Bedeutung. Eben so bez. des Bewegungsapparates: wir finden auch hier die beiden kontraktilen Säume wie oben beschrieben und auch die gleiche Bewegung.

Maßangaben (die Bezeichnungen wie bei P. pellucidum):
L = ca. 0,080 mm. L^1 = ca. 0,011 mm. B = ca. 0,062 mm.

Was die physiologischen und biologischen Eigenschaften betrifft, so weicht diese Form erheblich von P. pellucidum ab, wie die Verschiedenheit des Protoplasma kund giebt. Dieses enthält sowohl Diatomin als Chlorophyll und Stärke; die Ernährungsweise ist also wahrscheinlich völlig vegetabilisch. Die Blase aber, welche sich bei P. pellucidum fand, scheint hier zu fehlen.

In Folge dessen darf die hier gegebene kurze Beschreibung dieser Art nur als provisorisch gelten. Leider habe ich nur sehr wenige Individuen gesehen, und namentlich erfordert die Anzahl der Tafeln eine genaue Untersuchung. Auch bedarf es besserer Figuren als der, welche ich hätte geben können.

[1] Zwar lässt Ehrenberg an seiner Figur die zwei kurzen »Hörner« Protoplasma und Farbstoffe enthalten; da aber sonst die Zeichnung stimmt, und unsere Fundorte (Kieler Bucht — Lille Baelt) etwa dieselben sind, glaube ich, dass die Identität höchst wahrscheinlich ist, und würde geneigt sein, die Zeichnungen in erwähnter Beziehung als verkehrt zu betrachten.

Schließlich geben wir die kurze Diagnose dieser Gattung und ihrer beiden Arten:

Protoperidinium Bgh. nov. gen.

Der Körper im Querschnitt rundlich, nach vorn zugespitzt. Die Querfurche etwa in der Mitte. Die Membran aus Tafeln zusammengesetzt. Die sämmtlichen Leisten und Stacheln der »Handhabe« der Dinophysis finden sich als Begrenzung der Längsfurche. Nur (2) marine Formen sind bekannt:

1) P. pellucidum Bgh. nov. sp.

Das Protoplasma enthält weder Chlorophyll, noch Diatomin oder Stärke, sondern eine Blase, welche wahrscheinlich von außen Wasser aufnimmt.

2) P. Michaelis (Ehrbg.) Bgh.

Das Protoplasma enthält Chlorophyll, Diatomin und Stärke, entbehrt aber der mit Flüssigkeit erfüllten Blase.

IV. Die Gattung Peridinium.

Die zuerst bekannte Art dieser Gattung (P. tabulatum) wurde von O. F. Müller entdeckt, jedoch (unter dem Namen Vorticella cincta) mit Glenodinium cinctum vermischt. Der Gattungsname wurde von Ehrenberg gegeben, jedoch brachte er in sein Genus Peridinium viel Heterogenes zusammen (Ceratien, echte Peridinien, Gymnodinien und Protoperidinien), während das echte P. tabulatum von ihm in die Gattung Glenodinium versetzt wurde. Claparède und Lachmann mischten auch Glenodinien und Peridinien unter einander, sonderten aber die Ceratien von denselben aus, wobei sie jedoch auch ein echtes Peridinium (P. divergens) der Gattung Ceratium einreihten. Erst Stein gelang es alles nicht hierher Gehörige, Glenodinien und Gymnodinien aus dem Peridinium auszusondern und unter letzterem Namen nur die mit getäfeltem Skelet ausgestatteten Formen zu verstehen.

1) Formenkreis der P. divergens.

Fig. 39—45.

Im Jahre 1840 wurde von Ehrenberg (20) eine neue Art, P.

divergens aufgestellt. Ohne Benennung wurde sie später (1843) von Joh. Müller (23), der sie im Magen von Pentacrinus caput Medusae gefunden hatte, gezeichnet (nur bei schwacher Vergrößerung, aber, was die äußeren Formverhältnisse betrifft, sehr naturgetreu). Endlich (1859) ist sie von Claparède und Lachmann (33) untersucht worden, welche aus derselben ganz unrichtig ein Ceratium machten. — Indessen (1855) hatte J. W. Bailey (30) eine ganz ähnliche Form unter dem Namen Perid. depressum beschrieben; Beschreibung wie die beigegebene Zeichnung ist sehr roh. Claparède und Lachmann stellten die Art zu den Ceratien und identificirten sie geradezu mit ihrem C. divergens. — Dann (1854) hatte Ehrenberg (26) eine Varietät beschrieben, welche er P. divergens γ reniforme nannte. Sie wird von Claparède und Lachmann mit Recht als Varietät behandelt. Die drei Formen: P. divergens, P. depressum, P. reniforme bilden nur die Endstufen einer großen Formenreihe, in welcher keine bestimmten Artgrenzen möglich sind: für den Species-Dogmatiker sind sie also wohl »schlechte Arten«. Alle wesentlichen morphologischen und physiologischen Eigenschaften haben sie gemein, und der Unterschied beruht nur auf der größeren oder geringeren Schlankheit der Form, der Breite und Höhe des Körpers, der Länge der Hörner etc.; aber in dieser Beziehung gilt vollkommen, was Claparède und Lachmann sagen: »il est certain que le Ceratium divergens est soumis à de nombreuses variations«. — Weil, wie gesagt, keine scharfen Artgrenzen sich ziehen lassen, wird es am zweckmäßigsten sein, alle diese Formen zusammen zu besprechen.

Allen diesen Formen gemeinsam sind denn folgende Eigenschaften:

Die allgemeine Körperform ist immer mehr oder weniger nach vorn zugespitzt, nach hinten ist der Körper in zwei Hörner ausgezogen, welche mit denen der Ceratien darin übereinstimmen, dass das Protoplasma sich in dieselben hinaus verlängert, von denselben sich aber dadurch unterscheiden, dass das rechte und linke sowohl dieselbe Größe wie Richtung haben. Es scheint überhaupt bei der ersten Betrachtung (besonders von der Rückenfläche), als wären diese Formen ganz bilateral symmetrisch: durch genauere Untersuchung stellt sich jedoch dies bald als ein Irrthum heraus. Der Querschnitt ist mehr oder weniger oval-nierenförmig. Vorder- und Hinterkörper sind fast von derselben Länge.

Bezüglich der Skeletverhältnisse schließen sie sich unter den bisher beschriebenen Formen am nächsten dem Protoperidinium

pellucidum an, indem die Membran hier eben so wie bei diesem aus einer konstanten Anzahl von Tafeln mit dazwischen liegenden, schmäleren Streifen zusammengesetzt ist. Was die feinere Struktur betrifft, so stimmen sie vollständig mit der genannten Form: die Tafeln zeigen ein Netzwerk von erhabenen Leisten, die etwa von derselben Stärke wie bei P. pellucidum sind; die dazwischen liegenden, schmäleren Streifen sind mit erhabenen Querleisten versehen, was ihnen ein quergestreiftes Aussehen verleiht; sie können höchst verschiedene Dimensionen besitzen, bald sind sie ganz schmal, bald sehr breit[1]. — Aber die Anzahl der Tafeln ist am Vorderkörper vermehrt: wir treffen an der Mitte der Rückenfläche dieselben drei hinter einander gelegenen, unpaaren Tafeln und eben so an der Mitte der Bauchfläche die eine unpaare sammt den zwei paarigen (nach hinten gelegenen); an den Seiten ist aber die Zahl doppelt so groß wie beim Protoperidinium, es finden sich an jeder Seite vier in zwei Reihen, zwei (kleinere) mehr nach vorn und zwei (größere) mehr nach hinten gelegen. Am Vorderkörper ist also die Gesammtzahl der Tafeln 14, am Hinterkörper ist sie ganz dieselbe wie beim Protoperid. pelluc., nämlich sieben. Selbstverständlich müssen sie anders geformt sein als bei diesem, weil die Körperform verändert ist (in Hörner ausgezogen).

In chemischer Beziehung verhält sich die Membran ganz wie beim Protoperid. pelluc. (in den sämmtlichen Reaktionen).

Aus der vollkommenen Übereinstimmung des Protoplasma bei allen Formen dieser Gruppe darf man wohl schließen, dass auch die physiologischen Eigenschaften (Art der Ernährung, des Stoffwechsels u. s. w.) ganz dieselben sind. In dieser Beziehung schließen sie sich (von den bisher beschriebenen Formen) am nächsten dem Protoperidinium pellucidum an. Das Protoplasma ist fast farblos, am häufigsten jedoch mit einem schwach röthlichen Ton (ein wenig mehr hellroth als bei Gymnodinium gracile und Diplopsalis lenticula, siehe unten); es enthält konstant keine Spur von Diatomin, Chlorophyll oder Stärke, auch trifft man niemals in ihm Gegenstände, welche als gefressene Organismen gedeutet werden könnten (was übrigens wegen der Enge der Flagellum-Spalte durchaus nicht zu erwarten wäre). Was aber für diesen Formenkreis eigenthümlich zu sein scheint — ich wenigstens habe es weder in der Natur noch in der

[1] Dasselbe Verhältnis wurde schon von Stein bei P. tabulatum entdeckt und mit dem Wachsthum der Schale in Verbindung gesetzt.

Litteratur bei sonst einem Cilioflagellaten gefunden — ist das, dass man bei den sämmtlichen Varietäten sehr allgemein das Protoplasma von zahlreichen, intensiv roth gefärbten, ölartigen Tröpfchen dicht erfüllt findet. Sie sind bei P. divergens γ reniforme von einer hochrothen Farbe, beim typischen P. divergens mehr hellroth, und zwischen diesen Extremen liegt die Farbe beim typischen P. depressum. Sie treten bald in größerer, bald in geringerer Menge auf: bisweilen scheinen sie gänzlich zu fehlen, sie können höchst verschiedener Größe sein. Wenn sie ganz fehlen, scheint das Protoplasma mehr (gleichmäßig) roth gefärbt als sonst. Sollte dies nicht daher rühren, dass sie in diesen Fällen entweder in Bildung begriffen sind oder in ganz fein vertheiltem Zustande bestehen? Jedenfalls darf man wohl annehmen, dass sie eine Rolle im Stoffwechsel spielen. Durch Alkohol werden sie vollständig aber ziemlich langsam ausgezogen; um zu prüfen, ob sie aus fettem oder flüchtigem Öl bestehen, wurden sie durch längere Zeit in Überosmiumsäure gelassen, während zu derselben Zeit Kontrollversuche theils mittels eines fetten (Ricinusöls), theils eines flüchtigen Öls (Nelkenöls) angestellt wurden, von welchen Ölen sehr kleine Tröpfchen in Osmiumsäure ausgerührt wurden. Durch die Osmiumsäurebehandlung verschwindet nun die rothe Farbe sehr schnell und wird durch eine viel dunklere ersetzt, am nächsten braunschwarz an der Grenze des Kohlschwarzen (wahrscheinlich wegen der Reduktion der Osmiumsäure). Dies ist bekanntlich die charakteristische Fettreaktion[1], das Protoplasma enthält also hier gewöhnlich zahlreiche rothe Fetttröpfchen[2].

Fast immer findet man im Protoplasma eine ansehnliche wasserhelle Blase von sehr verschiedener Form und Größe. Sie entspricht wenigstens bezüglich der Funktion vollständig der beim Protoperidinium pellucidum erwähnten; denn ganz dieselben Formen, welche bei diesem beobachtet wurden, finden sich auch hier: die

---

[1] Vgl. Max Schultze und M. Rudneff, Weitere Mittheil. über die Einwirkung der Überosmiumsäure auf thierische Gewebe. Arch. f. mikr. Anat. Bd. I. 1865. pag. 299—304.

[2] Diese Tröpfchen werden von Claparède und Lachmann gar nicht erwähnt; diese Verfasser haben es gewiss vergessen, hierüber etwas zu notiren; denn es ist ja fast unmöglich, dass sie, die offenbar zahlreiche Individuen durchgemustert haben, diese so stark gefärbten Tröpfchen hätten völlig übersehen können. — Wie schon oben gesagt, diese Organismen verdienten eine Behandlung von physiologischer Seite.

Blase kann isolirt und ganz vom Protoplasma umgeben sein, oder sie kann durch ein feines Kanälchen durch die schmale Flagellum-Spalte mit dem umgebenden Medium in Verbindung stehen.

Bezüglich des Bewegungsapparates verhalten sich diese Formen auch ganz wie Protoperidinium, eben so bez. der Bewegungsweise. Was dagegen den Apparat von Leisten und Stacheln betrifft, welche wir bei der letztgenannten Form (siehe oben) fanden, so ist er beträchtlich reducirt: von der hinteren Querfurchenleiste gehen rechts und links (an der Ventralfläche) zwei (jederseits eine) stark lichtbrechende Leisten aus, welche jederseits am Grunde der Hörner (innerhalb dieser) in einen scharf zugespitzten Stachel auslaufen. Es findet sich keine Spur der schwächer brechenden Leisten und nur ein linker Stachel. Dieses System ist also (von drei Stacheln und zwei Leisten) auf zwei Stacheln reducirt. Es ist wesentlich dieses Unterschiedes wegen, dass ich das Protoperidinium als eigene Gattung ausgesondert habe[1].

Der Kern ist gewöhnlich von ovaler Form, wobei die lange Achse im vertikalen Querschnitt liegt. Er ist fast central gelegen und wesentlich von derselben Beschaffenheit wie bei den übrigen oben beschriebenen Formen. Bei einem Individuum (des typischen P. divergens) wurde er gemessen: seine Länge war = 0,040 mm, die Breite = 0,025 mm.

Nachdem wir so die allgemeinen Charaktere dieses Formenkreises erwähnt haben, werden wir einige Maßangaben (in einer Tabelle zusammengestellt) mittheilen.

L = der Abstand vom Vorderende bis zur Spitze eines der hinteren Hörner; L^1 = der Abstand vom Vorderende bis zur Mitte des Hinterrandes; B = die Breite der Querfurche (die Angaben in mm).

	L	L^1	B
I. (P. divergens, typisch.)	0,112	0,081	0,064
II. (Dieselbe, Varietät.)	0,084	0,064	0,067
III. (P. depressum, typ.)	0,084	0,067	0,080
IV. (Keine typische Form.)	0,095	0,084	0,104
V. (P. diverg. γ reniforme.)	0,140	0,102	0,109

[1] Vgl. auch die phylogenetischen Erörterungen im dritten Abschnitt.

Man ziehe nun zum Vergleich die in Fig. 41—45 gegebenen bildlichen Darstellungen herbei, welche nur dazu bestimmt sind die Umrisse der allgemeinen Körperform anschaulich zu machen. Hierdurch erkennt man erstens, wie außerordentlich groß die Variabilität innerhalb dieser Gruppe ist, und zweitens, dass sich hier keine Artgrenzen ziehen lassen. Die schlanksten Formen sind offenbar das typische P. divergens und einige Varietäten desselben (Fig. 41 und 42): ihre Breite ist nur etwa halb so groß wie die Länge. Beim typischen P. depressum (Fig. 43) ist die Länge der Breite fast gleich, und bei Formen wie IV (der Tabelle) oder Fig. 44 ist die Breite sogar größer. Der Querschnitt ist ebenfalls verschieden, mehr oder weniger nierenförmig, am wenigsten bei P. divergens typ., am meisten bei P. divergens γ reniforme. Diese letztgenannte Form ist die mächtigste der sämmtlichen (vgl. die Maßangaben), sie ist so geformt, dass sie nicht recht auf dem Bauche oder dem Rücken liegen kann, sondern entweder nach unten und hinten oder nach oben und vorn (wie Fig. 45) gebogen ist, da die Höhe verhältnismäßig sehr bedeutend ist.

Von dieser Form habe ich mehrere Entwicklungsstadien gesehen, ohne dass es mir jedoch möglich wäre aus diesen eine vollständige Fortpflanzungs- oder Entwicklungsgeschichte derselben zu kombiniren. Hierher gehören Zustände wie Fig. 40, wo das Protoplasma sich innerhalb der alten Membran (so wie bei P. tabulatum, siehe unten) zu einer Kugel zusammengezogen hat: Theilungen innerhalb der Schale (wie bei letztgenannter) beobachtete ich jedoch nicht. — Auch habe ich vollkommen nackte, freischwimmende, sowohl mit Flagellum als mit dem Wimperapparat der Querfurche versehene Individuen gefunden.

2) P. tabulatum.

Fig. 37 u. 38.

Fast alle Beobachter über die Cilioflagellaten haben diese Art gekannt. Ehrenberg war es, der sie als selbständige Form aus der Müller'schen Vorticella cincta ausschied; Perty, Claparède und Lachmann so wie Stein haben sie auch gekannt.

Vergleichen wir die allgemeine Körperform dieser wohlbegrenzten Art mit der des vorigen Formenkreises, so finden wir bedeutende Unterschiede. Der Körper ist nach vorn gar nicht zugespitzt, sondern breit abgerundet: nach hinten ist er nicht in Hörner ausgezogen:

der Querschnitt ist ebenfalls nicht so ausgesprochen nierenförmig wie bei den vorigen, sondern eher demjenigen der Ceratien ähnlich. Überhaupt lässt sich sagen, dass die Körperform einfacher und plumper ist als bei der P. divergens-Gruppe. Der Vorderkörper ist immer länger und weniger konisch geformt als der Hinterkörper.

Die Dimensionen variiren nicht besonders stark: bei einem Individuum betrug die Länge 0,053 mm, die Breite 0,049 mm, die Höhe 0,040 mm.

Die feinere Struktur des Skelets ist im Wesentlichen dieselbe wie bei der vorigen Form. Es besteht hier aus Tafeln, 14 am Vorderkörper, 7 am Hinterkörper (die Zahl derselben hat schon Stein vollkommen richtig erkannt); die Gestalt der einzelnen Tafeln ist wegen der veränderten Körperform etwas verschieden von derjenigen der vorigen. Sie zeigen auch ganz dieselben netzförmig angeordneten Leisten, eben so wie sich Querleisten an der Oberfläche der zwischenliegenden Streifen finden, und diese Leisten (sowohl an den Tafeln wie an den Zwischenstreifen) scheinen bei P. tabulatum mehr erhaben und deutlicher hervortretend als bei P. divergens, doch nicht so stark wie bei Ceratium cornutum oder Dinophysis acuta.

In chemischer Beziehung verhält sich die Membran wie die der vorigen, doch färbt sie sich in Chlorzinkjod nicht so intensiv roth wie diese.

Bezüglich ihrer physiologischen Eigenschaften weicht P. tabulatum aber von der vorigen gänzlich ab, wie aus den Einschlüssen des Protoplasma geschlossen werden kann. Es enthält nämlich dies konstant Diatomin, Chlorophyll (Alkoholreaktion) und Stärke, bisweilen auch ein einzelnes oder ein Paar Oltröpfchen, letztere jedoch bei Weitem niemals in größerer Menge. Gefressene Organismen findet man nicht, auch keine kontraktile Vacuole oder helle Blase. — Der Zellkern verhält sich ganz wie bei den vorigen.

Der Bewegungsapparat ist wahrscheinlich dem der vorigen gleich, jedoch konnte ich das Flimmern in der Querfurche hier nicht so deutlich sehen wie bei den marinen Formen. Die Spalte für das Flagellum findet sich an der gewöhnlichen Stelle (vgl. Fig. 37). An der linken Begrenzungsleiste der Längsfurche treffen wir zwei Spitzen, eine nach hinten und eine nach innen und etwas nach hinten gerichtet. Die letztere entspricht offenbar der ganz an derselben Stelle sich findenden beim Protoperidinium (siehe oben); in dieser Beziehung schließt sich also P. tabulatum näher als P. divergens

dieser Gattung an. Übrigens kann dieser accessorische Stachel stärker oder schwächer entwickelt sein; in dieser Beziehung finden sich verschiedene Variationen.

Bezüglich der Fortpflanzung kann sich P. tabulatum innerhalb der alten getäfelten Schale zurückziehen und theilen (Fig. 38), was auch Stein richtig angegeben hat: die neugebildeten Individuen sind dann nackt. Auch habe ich mehrmals Individuen gefunden, welche innerhalb der alten Schale eine neue, homogene Membran ausgeschieden hatten (wobei das Protoplasma sich zu einer Kugel zusammengezogen hatte). Freischwimmende, nackte Individuen und Konjugation solcher habe ich dagegen niemals gesehen.

Die kurze Charakteristik der Gattung Peridinium und ihrer hier beschriebenen Arten würde etwa so lauten:

Peridinium (Ehrbg.) Stein.

Der Körper im Querschnitt nierenförmig oder abgeplattet. Die Querfurche etwa an der Mitte des Körpers. Die Membran aus Tafeln zusammengesetzt. Als Begrenzung der Längsfurche finden sich die »Stacheln« (der Dinophysis); die Leisten existiren hier nicht.

1) P. divergens Ehrbg. (= P. depressum Bailey).

Der Körper nach vorn zugespitzt, nach hinten in Hörner ausgezogen. Das Protoplasma enthält gewöhnlich Tröpfchen eines (wahrscheinlich fetten) Öls so wie eine von Flüssigkeit erfüllte Blase, dagegen weder Chlorophyll, Diatomin noch Stärke. Die Membran besteht aus 21 Tafeln. Marine Form.

2) P. tabulatum (Ehrbg.) Clap. et Lachm.

Der Körper in keine Hörner ausgezogen, nach vorn abgerundet. Das Protoplasma enthält Chlorophyll, Diatomin und Stärke, aber keine Blase. Die Membran besteht aus 21 Tafeln. Süßwasserform.

Das Ehrenberg'sche P. apiculatum kenne ich nicht aus Autopsie[1]. Das von Allman (29) gut beschriebene P. uberrimum, das

[1] Eine Süßwasserform, welche dem P. tabulatum ähnlich ist, aber eine geringere Anzahl von Tafeln in der Membran hat, sah ich mehrmals (aus Rudersdal, Seeland). Das Material genügte nicht für eine genauere Untersuchung.

ich auch nicht aus Autopsie kenne, wird eine eigene Gattung (wahrscheinlich in der Nähe von Glenodinium) repräsentiren, indem sich hier Cilien über den ganzen Körper finden.

V. Die Gattung Protoceratium (nov. gen.).

Diese Gattung, welche systematisch (phylogenetisch) zwischen Peridinium und Ceratium gestellt werden muss, habe ich nur auf eine einzige Art:

P. aceros

Fig. 36

gegründet. Diese kleine und unansehnliche, in mehreren Beziehungen aber wichtige Form scheint keinem der früheren Forscher bekannt gewesen zu sein. Ich fand sie, obgleich nicht besonders häufig, doch auch nicht selten bei Strib (Juli-August 1880).

Der Körper ist, wie der Name angiebt, nicht in Hörner oder hornähnliche Verlängerungen ausgezogen; in ihrer Körperform erinnert diese Form am meisten an Perid. tabulatum, doch ist die Bauchfläche nicht so stark eingebogen wie bei diesem. Der Vorderkörper ist abgerundet zugespitzt, der Hinterkörper mehr rundlich. — Die Körperform ist ziemlich konstant, mehr variabel scheint die Größe zu sein: Länge = 0,036 mm, Breite (an der Querfurche) = 0,035 mm, Länge der Längsfurche = 0,021 mm.

Die Querfurche liegt etwa in der Mitte des Körpers. Die beiden Begrenzungsleisten derselben sind an der Bauchfläche unterbrochen und biegen (sowohl die vordere wie die hintere) in einem rechten Winkel um, resp. nach vorn und nach hinten als Begrenzungsleisten der Längsfurche, welche hier breiter als bei den Peridinien ist und sich sowohl auf den Vorder- wie auf den Hinterkörper erstreckt; aber diese Leisten, die ihrer Lichtbrechung nach denjenigen von Peridinium, also den Dinophysis-Stacheln entsprechen, treten nicht so hervor wie bei Peridinium (sind nicht so erhaben wie die netzförmig angeordneten Leisten, welche sich an der ganzen Ober-

---

Ein anderes Süßwasser-Peridinium aus Brasilien wurde mir freundlichst von Herrn Dr. Warming zur Verfügung gestellt. Auch dieses ähnelt dem P. tabulatum in der Körperform und der Anordnung der Tafeln; aber die netzförmige Struktur dieser ist fast ganz verwischt, und die Membran ist feiner und dünner.

fläche der Membran vorfinden); sie laufen auch nicht nach hinten in Stacheln aus (wie bei Perid.). Dagegen stimmt Protoceratium mit jenem darin überein, dass die Längsfurche noch von einer dünnen, strukturlosen Skeletlamelle überdeckt ist; nur links am vorderen Ende des Hinterkörpers findet sich eine schmale Spalte für das Flagellum. Dieses geht also doch von ganz derselben Stelle wie bei den Ceratien aus.

Was nun die feinere Struktur der Membran betrifft, so schließt sie sich in dieser Beziehung dem Cer. cornutum dicht an. Es ist die Membran hier nicht aus Tafeln zusammengesetzt (wie bei Protoperidinium und Peridinium); dagegen ist sie an ihrer ganzen Oberfläche (die Querfurche und Längsfurche ausgenommen) mit netzförmig angeordneten Leisten versehen, welche eben so stark und hervortretend sind wie beim Cerat. cornutum. — Über die chemische Beschaffenheit der Membran vermag ich keine Angaben zu machen, doch verhält sie sich wahrscheinlich wie Cerat. cornutum.

Das Protoplasma ist bei dieser Form sehr dunkelkörnig und undurchsichtig, übrigens stimmt es im Wesentlichen mit dem von Perid. tabulatum und Cerat. cornutum überein: es enthält Chlorophyll und Diatomin, wahrscheinlich auch Stärke; letztere konnte jedoch nicht mit Sicherheit nachgewiesen werden, weil sich das ganze Protoplasma in Jod sehr dunkel färbt. Gefressene Organismen werden nicht gefunden; die Ernährungsweise ist also wohl vegetabilisch. Eine kontraktile Blase scheint sich nicht zu finden. — Über den Kern habe ich leider keine Beobachtungen. — Bezüglich des Bewegungsapparates kann auf das bei Cerat. furca Gesagte verwiesen werden. Die Bewegung ist sehr lebhaft, bald ist das Vorderende, bald das Hinterende nach vorn gerichtet, wobei gewöhnlich auch eine Rotation um die Längsachse stattfindet.

Von dieser Form habe ich ein paar Mal Individuen in Ruhestadien (innerhalb der Schale zusammengezogen) gesehen. Nackte Individuen, Theilung oder Konjugation wurden nicht beobachtet.

Die kurze Diagnose dieser Gattung würde etwa so lauten:

Protoceratium Bgh. nov. gen.

Der Körper rundlich abgeflacht; die Querfurche etwa an der Mitte. Die Membran nicht aus Tafeln zusammengesetzt. Die Längsfurche (mit Ausnahme der Flagellum-Spalte) von der Membran überdeckt.

Nur eine Art wurde bisher bekannt:

P. aceros Bgh. nov. sp.

Der Körper nicht in Hörner ausgezogen. Das Protoplasma enthält Chlorophyll und Diatomin, wahrscheinlich auch Stärke, aber keine wasserhelle Blase. Marin.

VI. Die Gattung Diplopsalis[1] (nov. gen.).

Die untenstehende, bisher einzige Art dieser Gattung scheint keinem der früheren Forscher bekannt gewesen zu sein:

D. lenticula.

Fig. 60—62.

Diese überaus niedliche kleine Form war im Juli 1880 bei Strib überaus gemein.

Die allgemeine Körperform ist etwa die einer bikonvexen Linse, deren zwei Kugelsegmente fast denselben Radius haben und von einander durch die Querfurche geschieden werden. Der Querschnitt ist rundlich; sie ist also weder von der Rücken- nach der Bauchfläche noch von der rechten nach der linken Seite, sondern von vorn nach hinten komprimirt. Der Vorder- und Hinterkörper sind jedoch von einander leicht unterscheidbar; an letzterem findet sich nämlich die Längsfurche mit ihren Leisten. Diese reicht bis an die Mitte des hinteren Kugelsegments. Die zwei Leisten, welche von der hinteren Querfurchenleiste (rechts und links an der Ventralfläche) entspringen, scheinen sich ganz nach hinten zu vereinigen; sie sind sehr erhaben und ganz schwach brechend; Stacheln (wie diejenigen von Dinophysis und Protoperidinium) finden sich nicht. Die Leisten entsprechen also den schwach brechenden Leisten des Protoperidinium und in diesem Punkte bietet diese Form somit einerseits Beziehungen zu Protoperidinium, anderseits zu Glenodinium (siehe unten) dar. Wie dies zu verstehen ist, wird im dritten Abschnitt erläutert werden. — Gerade nach vorn, an der Mitte des vorderen Kugelsegments findet sich ein kleiner Knoten oder Stachel der Membran (Fig. 60 und 61).

---

[1] διπλοῦς = doppelt; ψαλίς = Gewölbe.

Maßangaben.

In der folgenden Tabelle wurden die Messungen zweier Individuen zusammengestellt, wobei folgende Bezeichnungen gebraucht wurden: L = Totallänge; L_1 = Länge der Längsfurche; B = Breite; H = Höhe (die Angaben in mm).

	L	L_1	B	H
I.	0,034	0,021	0,043	0,042
II.	0,029	0,018	0,040	0,038

Es scheint diese Art, wenigstens in der Form, nur sehr wenig zu variiren.

Uber den feineren Bau der Membran kann ich leider nicht so entscheidende Angaben machen, wie erwünscht wäre. Ich glaubte (bis an den letzten Tag meines Strib'schen Aufenthalts), dass sie völlig strukturlos wäre, wie sie sich immer an Protoplasma enthaltenden Schalen dieser Form darstellt. An einer einzigen, leeren, halben Schale, die zufälligerweise gefunden wurde, stellte es sich jedoch anders heraus. Sie (es war nur diejenige des Hinterkörpers) bestand aus 7 Tafeln, wobei die Zwischenstreifen so schmal waren, dass sie sich nur wie Linien zeigten; dabei war die netzförmige Struktur so reducirt, dass sie nur mittels der stärksten Vergrößerungen erkannt werden konnte. Im Ganzen ist die Membran feiner und dünner wie bei den sämmtlichen oben beschriebenen Formen.

In chemischer Beziehung verhält sich die Membran wie bei Peridinium u. A.; sie wird in Chlorzinkjod intensiv roth gefärbt und hat auch die anderen Reaktionen mit diesem gemein.

Das Protoplasma ist farblos, doch mit einem röthlichen Ton; es enthält niemals Diatomin, Chlorophyll, Stärke oder Fett; auch werden gefressene Organismen nicht in ihm gefunden. Dagegen treffen wir in ihm (ganz wie beim Protoperidinium pellucidum) eine helle, von Flüssigkeit erfüllte Blase, die in Form und Größe äußerst verschieden sein kann; sie ist zuweilen gänzlich vom Protoplasma umschlossen, gewöhnlich kommunicirt sie jedoch durch ein feines Kanälchen, das durch die Flagellum-Spalte ausmündet, mit dem umgebenden Medium. Es scheint also hiernach die Ernährungsweise dieser Form ganz dieselbe zu sein wie beim Protoperidinium pellucidum (ist sie Saprophyt?).

Der Kern liegt gewöhnlich dorsal: er ist von ovaler Form, wobei

die lange Achse dem sagittalen Längsschnitt des Körpers parallel liegt. Im Leben ist er gewöhnlich nicht sichtbar; durch Alkohol- und Pikrokarminbehandlung tritt er nicht sehr deutlich hervor, wird dagegen durch Jod sehr erkennbar. Bei einem Individuum wurde er gemessen: Länge = 0,022; Breite = 0,014 mm. Übrigens ist sein Bau ganz derselbe wie bei den oben erwähnten Gattungen.

Der Bewegungsapparat verhält sich auch hier ganz so, wie bei Protoperid. pelluc. ausführlich geschildert wurde. Die Bewegung in der Querfurche findet auch in derselben (konstanten) Richtung statt, wie eben daselbst angegeben wurde. — Das »Thierchen« scheint sich sehr unregelmäßig zu bewegen; bald läuft es schnell umher, sich bald um seine Längsachse, bald um einen der Querschnitt-Diameter als gedachte Achse drehend; dann liegen sie oft still mit der Rücken- oder Bauchfläche nach unten gekehrt und laufen nach kurzer Zeit wieder ganz unregelmäßig herum.

Auch von dieser Form habe ich Individuen gefunden, welche die ganze Schale abgeworfen hatten und also ganz nackt waren. — Encystirte Individuen so wie Theilungs- oder Konjugationszustände habe ich dagegen niemals gesehen.

Die kurze Diagnose dieser Gattung und ihrer bisher einzigsten bekannten Art würde wohl so lauten:

Diplopsalis Bgh. nov. gen.

Der Körper linsenförmig, im Querschnitt rundlich. Die Membran aus Tafeln zusammengesetzt. Von dem Begrenzungsapparat der Längsfurche finden sich nur die zwei schwach brechenden Leisten.

D. lenticula Bgh. nov. sp.

Das Protoplasma enthält weder Chlorophyll, noch Diatomin oder Stärke, sondern eine Blase, welche wahrscheinlich Wasser von außen aufnimmt. Marin.

VII. Die Gattung Glenodinium.

In seiner Gattung Glenodinium fasste Ehrenberg (18) ganz heterogene Formen wie Gl. cinctum, Perid. tabulatum und P. apiculatum zusammen, indem als Gattungsmerkmal nur die Anwesenheit von »Augenflecken« benutzt wurde (»Augenkranzthierchen«). Die Unhaltbarkeit dieser Gattung in der Ehrenberg'schen Fassung ist mehrmals nachgewiesen worden, so dass wir hier auf eine Kritik

derselben verzichten können. Es wurde nun von Claparède und Lachmann (33) der umgekehrte Fehler gemacht, indem sie alle »Glenodinien« in die Gattung Peridinium überführten. Erst von Stein (46) wurde vollkommen richtig das »Peridinium cinctum« von den echten Peridinien geschieden und für diese die Gattung Glenodinium wieder errichtet, indem als Gattungsmerkmal die strukturlose Membran aufgestellt ward. Wir stimmen dem letztgenannten tüchtigen Systematiker hierin vollständig bei. — Nur eine Art dieser Gattung war bisher bekannt (Gl. cinctum, Süßwasserform); ich habe derselben noch eine neue (marine) Form, Gl. Warmingii beigefügt.

1) Gl. cinctum.

Fig. 65—67.

Diese ist eine der allergemeinsten europäischen Süßwasserformen: sie ist daher auch den meisten Cilioflagellatenforschern bekannt gewesen, von den Zeiten O. F. Müller's bis auf Stein ist sie vielfach beschrieben worden und ist zu verschiedenen Zeiten den Vorticellen, den Peridinien und den Glenodinien zugerechnet worden.

Die Körperform ist im Querschnitt rundlich, an der Bauchfläche etwas abgeplattet; durch die Querfurche ist der Körper in einen vorderen (gewöhnlich größeren) und einen hinteren (gewöhnlich kleineren) Theil geschieden, welche beide hübsch abgerundet sind. Beide Leisten der Querfurche sind an der Ventralfläche unterbrochen; von der hinteren gehen die Längsfurchenleisten aus, welche hier viel niedriger und schwächer entwickelt sind als bei Diplopsalis; in der Längsfurche findet sich die Flagellumspalte. Von den »Stacheln« der Dinophysis besteht keine Spur.

Maßangaben.

In der folgenden Tabelle wurden die Messungen von 5 Individuen zusammengestellt, wobei L = Länge, B = Breite, die Angaben in mm.

	I.	II.	III.	IV.	V.
L	0,031	0,034	0,036	0,039	0,039
B	0,028	0,032	0,034	0,031	0,034

Diese Form scheint nur innerhalb sehr enger Grenzen zu variiren, besonders was die Gestalt betrifft; die Größenverschiedenheiten stehen sicherlich theilweise mit dem Wachsthum in Verbindung.

Die Membran ist im Gegensatz zu sämmtlichen früher beschriebenen Formen völlig strukturlos, weder aus Tafeln zusammengesetzt noch mit Oberflächenleisten oder Poren versehen. — In chemischer Beziehung verhält sie sich wesentlich wie z. B. Perid. tabulatum: sie färbt sich in Chlorzinkjod nur schwach (röthlich), in Jod und Schwefelsäure blau, besteht also wesentlich aus Cellulose.

Das Protoplasma ist dunkelkörnig und enthält konstant Diatomin, Chlorophyll und Stärke, bisweilen auch ein oder zwei rothe Öltröpfchen (Ehrenberg's »Augenflecke«); gefressene Organismen findet man dagegen in ihm nicht; die Ernährungsweise ist also wohl rein vegetabilisch. — Eine kontraktile Vacuole oder helle Blase findet sich nicht; wenigstens konnte eine solche von mir mit Sicherheit nicht nachgewiesen werden. — Der Zellkern verhält sich wie bei den übrigen Formen, ist rundlich-oval von Form, etwa central liegend, ohne Kernkörperchen.

Der Bewegungsapparat verhält sich hier wahrscheinlich ganz wie bei den Peridinien, doch konnte ich hier (wie bei den übrigen Süßwasserformen) das Flimmern der Querfurche nicht so deutlich sehen wie bei den marinen Arten. Die kontraktilen Säume treten wohl (nach Analogie mit den übrigen) durch Spalten an den Rändern der Leisten aus[1].

Über die Fortpflanzung dieser Form durch Theilung habe ich mehrere Beobachtungen gemacht. Die Theilung findet, wie es scheint, immer in kugelrunden Cysten statt, welche von Stein entdeckt, jedoch noch nicht abgebildet worden sind; ich habe zwei solche in Fig. 66 u. 67 dargestellt. Die Cyste scheint sehr schleimig zu sein, denn allerlei Fremdkörperchen bleiben an ihr haften. Der Inhalt derselben kann verschieden sein: entweder ein einzelnes (ungetheiltes) ruhendes Individuum oder zwei solche eben so ruhende oder endlich zwei in Bewegung begriffene, welche ich dann mehrmals habe die Cyste verlassen sehen. Diese encystirten Individuen

[1] Stein ist in seiner kurzen Beschreibung des Gl. cinctum sehr unklar gewesen. Seine Worte lauten (pag. 91): »Bei der Gatt. Glenodinium, wie ich sie oben begrenzte, gleicht der hyaline, glatte, elastische, völlig strukturlose Panzer allerdings einer dickwandigen Zellmembran, er ist aber (!) in der Mitte mit der gewöhnlichen bewimperten Querfurche so wie in der hinteren Hälfte der Bauchseite mit der Längsfurche versehen«, und gleich danach: »Die Wimpern und die Geißel gehen genau von denselben Stellen aus, wie bei den Gymnodinien, sie erscheinen hier aber nicht als appendikuläre Organe des Körpers, sondern des Panzers, können jedoch darum immerhin im Weichkörper wurzeln.«

waren immer membranlos, nackt. — Nun habe ich auch Formen gesehen, welche die Membran eben abzuwerfen im Begriff waren — hierbei reißen die zwei Hälften derselben an der Querfurche aus einander — oder eben abgeworfen hatten. Es scheint somit Grund zu der Annahme zu sein, dass diese Form die Membran abwirft, sich dann mit einer schleimigen Cyste umgiebt, innerhalb welcher sie sich theilt (nach Analogie mit den anderen Formen wahrscheinlich Quertheilung), worauf die Theilungssprösslinge aus derselben wegschwärmen. — Konjugation habe ich niemals gesehen; jedoch kommt eine solche (nach Ehrenberg's Angaben über Längstheilung zu schließen) sicherlich vor.

2) Gl. Warmingii.

Fig. 63 u. 64.

Diese Form, welche keinem der früheren Forscher bekannt gewesen zu sein scheint, fand ich in großen Mengen bei Strib (Juli 1880) an der Oberfläche des Seewassers. Dem namhaften dänischen Botaniker, Herrn Dr. Eug. Warming, habe ich die Art dedicirt.

Die allgemeine Körperform scheint im Querschnitt rundlich nierenförmig (Fig. 64), der horizontale Längsschnitt zeigt sich dagegen wie Fig. 63, sie ist also ein wenig von vorn nach hinten komprimirt. Der Vorderkörper ist viel kürzer als der Hinterkörper, er läuft wie ein sehr stumpfer Kegel aus, der Hinterkörper ist dagegen nach hinten sehr abgeflacht, ja er zeigt sogar hier eine schwache Einbiegung. Die beiden Querfurchenleisten treten etwas mehr hervor als bei Gl. cinctum, jedoch nicht so stark wie bei Peridinium; die nach hinten verlaufenden Längsfurchenleisten sind fast eben so schwach wie bei Gl. cinctum. In der Längsfurche sieht man die schmale Flagellumspalte sehr deutlich.

Maßangaben.

Auch diese Art scheint nicht viel zu variiren, wenigstens nicht in der Form. In der Tabelle wurden die Messungen zweier Individuen zusammengestellt. *L*, *B*, *H* = resp. Länge, Breite, Höhe. Die Angaben in mm.

	L	*B*	*H*
I.	0,028	0,046	0,038
II.	0,022	0,034	0,027

Die Membran ist vollkommen strukturlos und glashell, sehr schwach, dünn und spröde; wenn das »Thierchen« stirbt, hebt sie sich vom Protoplasma ab (indem letzteres sich zusammenzieht?) und zerfällt gewöhnlich in mehrere Stücke. Wegen ihrer außerordentlichen Zartheit gelangen mir die chemischen Reaktionen an ihr (mittels Chlorzinkjod, Jod und Schwefelsäure) nicht recht.

Das Protoplasma zeigt eine für diese Art charakteristische Eigenthümlichkeit: sein centraler Theil ist konstant von Farbstoffen erfüllt, während der peripherische Theil größtentheils farblos ist: doch gehen häufig von der centralen, braunen Partie gefärbte Strahlen gegen die Peripherie hinaus (vgl. Fig. 63 u. 64); es ist dies jedoch nicht konstant. Die Hauptfarbe wird durch Diatomin bedingt: in ihm finden sich Chlorophyllkörner, welche, falls sie in größerer Menge da sind, unmittelbar erkannt, jedenfalls aber durch Alkoholbehandlung deutlich gemacht werden können (welches Reagens, indem es das Diatomin schneller als das Chlorophyll auszieht, die Farbe von braun in grün verwandelt). Stärke findet sich wahrscheinlich vor, jedoch konnte ich sie nicht mit Sicherheit nachweisen, aus demselben Grunde wie beim Protoceratium (siehe oben). — In der äußeren, farblosen Partie fällt ein eigenthümlicher Bau auf: koncentrische Streifen finden sich gegen den Rand hin (vgl. Fig. 64); welche Bedeutung diese Struktur hat, vermag ich nicht zu entscheiden. — Entsprechen nun diese zwei Partien des Protoplasma, der äußere farblose und der innere farbige Theil resp. dem Exoplasma und dem Endoplasma der übrigen Formen, z. B. der Gymnodinien und der Ceratien? Ich glaube dies leugnen zu müssen. Der Kern findet sich nämlich bei den letztgenannten Formen immer im Endoplasma, bei Gl. Warmingii aber in der äußeren farblosen Schicht. Das Exoplasma findet sich bei diesem als ein sehr feiner, hyaliner Saum, welcher zwar ganz unmittelbar in das innere, körnige, aber in seiner äußeren Partie farblose Endoplasma übergeht. — Eine kontraktile Blase scheint sich nicht zu finden.

Der Kern, welcher also excentrisch (in der farblosen Schicht, gewöhnlich gegen die Rückenfläche oder die eine Seite hin) liegt, ist von rundlicher oder ovaler Form und verhält sich seinem Baue nach wie bei den übrigen. Sein Durchmesser ist ca. 0,011.

Der Bewegungsapparat verhält sich ganz wie bei Diplopsalis, daher kann auf die für diese Form gegebene Beschreibung verwiesen werden. Auch die Bewegung findet (wohl wegen der ähnlichen Körperform) in genau derselben Weise statt.

Die kurze Diagnose der Gattung Glenodinium und ihrer beiden bekannten Arten würde wohl etwa so lauten:

Glenodinium (Ehrbg.) Stein.

Die Membran vollkommen strukturlos. Die Querfurche etwa an der Mitte; die Leisten derselben so wie die der Längsfurche wenig hervortretend.

1) Gl. cinctum (Müll.) Ehrbg.

Körperform länglich rund. Das Protoplasma enthält Chlorophyll, Diatomin und Stärke, keine helle Blase. Süßwasserform.

2) Gl. Warmingii Bgh. nov. sp.

Körperform sehr breit, von vorn nach hinten etwas komprimirt. Das Protoplasma enthält dieselben Einschlüsse wie bei voriger. Marin.

VIII. Die Gattung Gymnodinium.

Schon Ehrenberg (18) hat mehrere Arten dieser Gattung (G. fuscum, G. pulvisculus) gekannt; dieselben wurden jedoch in seine viel umfassende Gattung Peridinium gestellt. Perty (24) erkannte, dass bei mehreren der kleineren »Peridinien« Membran und Protoplasma sich nicht unterscheiden ließen; doch sah er sich desswegen nicht veranlasst diese Formen auszusondern. Dies war erst Stein (46) vorbehalten, der die Gattung Gymnodinium eben auf das Ehrenberg'sche Perid. pulvisculus und P. fuscum gründete.

Ich kenne leider keine der Süßwasserformen dieser Gattung aus Autopsie, fand aber bei Strib (Juli 1880) zwei marine Gymnodinien, die bisher nicht beschrieben zu sein schienen und deren eine mir besonders interessant vorkam.

1) G. gracile.
Fig. 68 und 69.

Im Gegensatz zu sämmtlichen oben beschriebenen Organismen besitzt diese Form gar keine Membran. Hierdurch wird aber die genauere Untersuchung sehr erschwert, weil sie keine Reagentien zu vertragen scheint. Ich habe Osmiumsäure, die Kleinenberg'sche Pikrinschwefelsäure, koncentrirtes und verdünntes Glycerin, absoluten

und verdünnten Alkohol so wie Jodjodkalium und Chlorzinkjod versucht: keines dieser Reagentien vermag die Form zu bewahren, am besten jedoch die zwei letzteren, aber auch in diesen werden die Furchen und ihre Begrenzungswülste undeutlich (wir können hier nur von [Protoplasma-]Wülsten, nicht von Leisten sprechen).

Die Körperform ist schlank, $2^1/_2$—$3^1/_2$ mal so lang als breit: der Körper besteht aus einem vorderen, kürzeren, mehr konischen (nach vorn zugespitzten) und einem hinteren, längeren, mehr cylindrischen (nach hinten abgerundeten) Stück, welche durch die Querfurche geschieden sind. Diese ist an der Ventralfläche links etwas nach vorn, rechts dagegen nach hinten gebogen (vgl. Fig. 68) und eben so wie bei den sämmtlichen übrigen Formen hier unterbrochen. Sowohl von der rechten wie von der linken Seite des hinteren Querfurchenwulstes entspringt ein Längswulst, welcher nach hinten verläuft: zwischen ihnen findet sich die ziemlich tiefe und schmale Längsfurche, welche doch nach hinten viel breiter und weniger tief wird, indem die Wülste hier aus einander weichen (Fig. 68). So wird ein Bild hervorgebracht, welches flüchtig an den hinteren Theil der Primitivfurche und der Rückenwülste eines Wirbelthierembryo erinnert (jedoch vereinigen sich die Wülste ganz nach hinten wieder und schließen über der Furche dicht zusammen). — Auch nach vorn setzt sich die Längsfurche fort, hier von Fortsetzungen des vorderen Querfurchenwulstes begrenzt, welcher auch unter einem etwa rechten Winkel (nach vorn) umbiegt, sie ist hier außerordentlich schmal.

Ein Individuum, das gemessen wurde, zeigte folgende Dimensionen: Totallänge = 0,090 mm, Breite (an der Querfurche) = 0,024 mm, Länge des Vorderkörpers = 0,034 mm, Länge des Hinterkörpers = 0,056 mm.

Das Protoplasma zeigt die Differenzirung in Exoplasma und Endoplasma sehr deutlich. Das Exoplasma ist völlig farblos und hyalin, ziemlich gerunzelt und gefaltet, wodurch der ganze Körperkontur ein etwas unregelmäßiges Aussehen erhält, während es bei Betrachtung von oben her eine scheinbare Längsstreifung hervorruft (Fig. 68 u. 69). Durch den Zusatz von Chlorzinkjod gerinnt es und wird körnig; hierdurch wird also bewiesen, dass sich eine Membran nicht findet; die albuminoide Natur des Exoplasma giebt sich außerdem dadurch kund, dass es sich in Jod hellgelb färbt. Eine differenzirte Myophanschicht (wie bei G. spirale, siehe unten) findet sich hier nicht. — Das Endoplasma ist konstant schwach röthlich gefärbt

(wie bei Diplopsalis lenticula); es enthält niemals weder Diatomin, noch Chlorophyll oder Stärke. Dagegen trifft man in ihm sehr häufig gefressene Organismen (den Nahrungsballen der Ciliaten ganz ähnlich); ein differenzirtes Cytostom oder Cytopyge findet sich jedoch nicht. Die Ernährung scheint also nach diesen Beobachtungen in animalischer Weise stattzufinden[1]. — Sehr häufig (doch nicht konstant) finden sich am Vorderende eine oder mehrere Blasen, die doch nicht kontraktil zu sein schienen. Ein Kanälchen, das sie mit dem Meerwasser in Verbindung setzen könnte, wurde nicht beobachtet. — Der Kern ist von rundlicher Form, Diam. = ca. 0,013 mm; gewöhnlich ist er ohne Reagentienzusatz nicht sichtbar. Er liegt etwa in der Mitte des Körpers (dicht hinter der Querfurche); seinem Baue nach ähnelt er ganz denen der übrigen Formen.

Der Bewegungsapparat besteht aus dem Flagellum, das ganz nach hinten in dem erweiterten Theil der Längsfurche entspringt, und aus nur einem kontraktilen Saum, der sich zwischen den beiden Querfurchenwülsten findet. Auch hier findet die Bewegung dieses letzteren immer in derselben Richtung statt: links an der Bauchfläche beginnend (vgl. oben besonders Protoperidinium pellucidum). Das »Thierchen« bewegt sich durchaus nicht so regelmäßig wie die folgende Art, sondern mehr plötzlich-ruckweise. Das Vorderende ist hierbei gewöhnlich nach vorn gerichtet.

Über Fortpflanzung und Entwicklung dieser Form habe ich leider gar keine Beobachtungen.

2) G. spirale.

Fig. 70 u. 71.

Diese gleichfalls neue Form der Gattung, welche ich bei Strib durch pelagisches Fischen fand, weicht in sehr wesentlichen Punkten von der vorigen ab. Während sich bei G. gracile ein deutlich abgegrenzter Vorder- und Hinterkörper unterscheiden lässt, ist dies bei G. spirale durchaus nicht der Fall. Die »Querfurche« verdient nämlich hier nicht mehr diesen Namen, sondern muss eher eine Spiralfurche genannt werden, weil ihre Richtung die in Fig. 70 u. 71 angegebene ist.

Das Vorderende ist ziemlich abgerundet zugespitzt, dünner wie

[1] Auch Stein giebt an im Innern des Gymn. pulvisculus Chlamydomonaden u. a. gefressene Organismen gefunden zu haben.

der übrige Körper, während das Hinterende viel breiter und rundlicher ist, sich jedoch ganz nach hinten plötzlich in eine dünne Spitze auszieht. Der vorderste, dünnere Theil ist nicht unerheblich rechts gebogen. — Wie gesagt ist die Querfurche hier spiralig gedreht, beschreibt jedoch nur (wie bei den übrigen bisher beschriebenen Formen) eine Windung um den Körper, sie geht von vorn und links nach hinten und rechts. In dieser Richtung findet auch die Bewegung des kontraktilen Saumes konstant statt (welcher sich seinem Baue nach dem von G. gracile ähnlich verhält). Nach vorn werden die beiden Querfurchenwülste plötzlich verwischt; nach hinten entspringen von ihnen die beiden Wülste, welche die (ganz gerade nach hinten laufende) Längsfurche begrenzen, aus welcher das Flagellum entspringt. — Diese Art bewegt sich ziemlich regelmäßig, das (morphologische) Vorderende nach vorn gerichtet, zugleich um ihre Längsachse rotirend.

Ein Individuum, das gemessen wurde, war 0,101 mm lang, 0,028 mm breit; ein anderes war 0,060 mm lang, 0,021 mm breit.

Es folgt aus dem Angegebenen, dass auch hier keine Spur einer Membran besteht; das Protoplasma ist eben so zart und lässt sich eben so wenig mit Reagentien behandeln wie das der vorigen. Auch hier ist es in ein Exoplasma und Endoplasma differenzirt; aber die Differenzirung des Exoplasma ist hier noch weiter vorgeschritten als bei G. gracile. Es zeigt sich nämlich in ihm eine Schicht, welche der sogenannten[1] »Myophanschicht« der Ciliaten zu entsprechen scheint. Unter der Oberfläche finden sich nämlich hellere, hyaline Längsstreifen mit dunkleren, körnigen alternirend, also ganz wie bei den Ciliaten (vgl. die Fig. 70 u. 71, wo sie als Linien gezeichnet sind). Sie verlaufen ohne Unterbrechung vom Vorder- bis zu dem Hinterende. In Folge dessen vermag dieser Organismus kräftigere Kontraktionen als irgend eine der anderen Cilioflagellatenformen zu vollziehen; besonders ist es das verhältnismäßig lange und dünne Vorderende, das sich aus- und einwärts gegen den übrigen Körper biegen kann. Die Oberfläche ist nicht gerunzelt (wie bei G. gracile), sondern ganz glatt. Das körnige Endoplasma enthält konstant weder Diatomin, noch Chlorophyll oder Stärke, es ist völlig farblos (auch nicht röthlich wie G. gracile); aber man

[1] E. Haeckel, Zur Morphologie der Infusorien. Jenaische Zeitschrift. Bd. VII. 1873. pag. 516—560.

findet in ihm sehr häufig gefressene Organismen, Monaden u. A.: ein differenzirtes Cytostom oder Cytopyge fehlt jedoch. Nur einmal habe ich eine sehr deutliche Defäcation gesehen, indem aus dem Vorderende körnige Massen ausgestoßen wurden. — Kontraktile Vacuolen oder helle Blasen sah ich bei dieser Form niemals: der Kern verhält sich wie gewöhnlich, er ist von ovaler Form: die Länge war bei einem Individuum 0,010 mm: er liegt etwa central.

Schließlich geben wir eine kurze Diagnose der Gattung Gymnodinium und ihrer beiden hier beschriebenen Arten:

Gymnodinium Stein.

Der Körper vollkommen membranlos. Nur eine Querfurche (oder Spiralfurche) und ein Zellkern. Sowohl marine als Süßwasserformen sind bekannt.

1) G. gracile Bgh. nov. sp.

Der Körper durch die Querfurche in einen deutlichen (kürzeren) Vorderkörper und einen (längeren) Hinterkörper geschieden. Die Längsfurche nach hinten sehr breit. Exoplasma gerunzelt und gefaltet: keine Myophanschicht. Marin.

2) G. spirale Bgh. nov. sp.

Die Querfurche spiralig gedreht. Das Vorderende etwas rechts gebogen. Im (glatten) Exoplasma findet sich eine Myophanschicht differenzirt. Marin.

IX. Die Gattung Polykrikos.

Diese Gattung ist schon früher zweimal beschrieben worden: keiner der Beobachter hat ihr aber ihren richtigen Platz im System anzuweisen vermocht. Von Uljanin (40) wurde sie als eine pelagische (Turbellarien-?) Larve betrachtet; der Wahrheit viel näher kam jedoch Bütschli (43), der dieselbe als ein echtes Infusorium (sc. eine Ciliate) auffasste, obgleich er das Flagellum sowohl gesehen als gezeichnet hatte; sein Fehler dürfte wohl aus mangelhafter Kenntnis verwandter Formen herrühren. — Die einzige Form dieser Gattung, welche ich untersucht habe, wurde von mir P. auricularia genannt: obgleich ich nicht vollkommen sicher bin, dass sie wirklich von der Bütschli'schen P. Schwartzi specifisch verschieden ist, muss ich je-

doch wegen mehrerer Differenzpunkte von der Darstellung Bütschli's vorläufig wenigstens dieses annehmen [1].

P. auricularia.

Fig. 72 u. 73.

Diese schöne Form fand ich im Juli 1880 bei Strib im pelagischen Auftrieb; bisweilen war sie sehr gemein, während andererseits auch Wochen verlaufen konnten, ohne dass sich ein einziges Individuum zeigte.

Die Körperform ist etwa tonnenförmig; doch zeigt sie sich im Querschnitt (Fig. 72 *a*) etwas abgeplattet und die Bauchfläche an der Mitte etwas eingebogen, so dass das ganze Bild nierenförmig wird. — In ihrer ganzen Organisation schließt sie sich zunächst den Gymnodinien, besonders G. gracile an; sie ähnelt diesen vor Allem in der Differenzirung des Protoplasma und darin, dass sie einer Membran vollständig entbehrt. Was sie aber von diesen so wie von allen übrigen bekannten Cilioflagellaten scharf trennt, ist das, dass sie statt einer acht Querfurchen besitzt; diese Zahl scheint ganz konstant zu sein (den Zustand gleich nach der Quertheilung ausgenommen). Jede dieser Furchen zeigt etwa denselben Verlauf wie

---

[1] Meine Beobachtungen (welche von denjenigen Bütschli's vollkommen unabhängig angestellt sind) stimmen mit den seinigen in der Darstellung der Querfurchen, der Nesselkapseln, der vier (größeren) Kerne, der Existenz von Nahrungsballen u. m. a. überein. Die von mir aufgefundenen »primären Kerne« scheint B. übersehen zu haben; dagegen ist seine Zeichnung, was den Flimmerapparat der Querfurche betrifft, naturgetreuer als die meinige (welche in der Tafelerklärung bezüglich dieses Punktes ausdrücklich als schematisch angegeben wird). Die Fortpflanzung scheint bei der Form Bütschli's und bei der meinigen etwas verschieden zu sein: B. giebt an, dass die Kerne schon vor der Trennung der zwei aus der Quertheilung hervorgehenden Individuen in Theilung begriffen sind, und dass jedes Individuum schon in diesem Stadium die 8 Querfurchen besitze; bei der meinigen dagegen waren während der Quertheilung die Kerne ganz unverändert, und nach der Trennung fanden sich bei jedem Theilsprösslinge nur 4 Querfurchen und 2 Kerne. Dann ist die Zahl der Querfurchen bei der Bütschli'schen Form sehr wechselnd, während ich nur (trotz Durchmusterung vieler Individuen) solche mit 8 und 4 gesehen habe. Dann besitzt die seinige in der Nähe des Hinterendes ein (zweites) Flagellum mit einem anderen Ursprung, welches der meinigen fehlt (B. bezeichnet als Vorderende, was ich als Hinterende, und umgekehrt); endlich ist P. auricularia konstant röthlich gefärbt, was Bütschli für P. Schwartzi nicht angiebt.

bei Gymnod. gracile; die linke Seite endigt an der Bauchfläche etwas vor der rechten. Sie stehen unter einander in keiner Verbindung. — Die erwähnte Einbiegung an der Mitte der Bauchfläche dürfte wohl der Längsfurche homolog sein; nach vorn reicht sie ein Stück vor die vorderste Querfurche und endigt (ein wenig links) dicht am Vorderende des Körpers. Auch nach hinten setzt sie sich bis an das Hinterende fort; in der Nähe desselben entspringt aus ihrem Boden das kräftige, wohlentwickelte Flagellum[1] (gewöhnlich fand ich ein solches, seltener zwei). Nach vorn und hinten ist der Körper abgerundet; zwischen je zwei Querfurchen zeigt der Körperkontur eine schwache Einbuchtung. — Die Flimmerbewegung in den Querfurchen findet konstant in der gewöhnlichen Richtung statt: von links nach rechts, und die Bewegung des »Thierchens« scheint immer mit dem Vorderende nach vorn gerichtet vorzugehen, wobei es fast immer um seine Längsachse rotirt.

Bei einem Individuum, das gemessen wurde, war die Länge = 0,140 mm, die Breite = 0,056 mm. Das Verhältnis zwischen Länge und Breite scheint (bei verschiedenen Individuen) ziemlich konstant.

Wie schon angedeutet, ist das Protoplasma in Exoplasma und Endoplasma differenzirt. Ersteres ist farblos und hyalin, letzteres körnig und von derselben (röthlichen) Farbe wie bei Gymnod. gracile. Eine Myophanschicht (wie bei Gymnod. spirale) findet sich im Exoplasma nicht; dagegen besitzt es eine andere so weit mir bekannt innerhalb der Protisten nur bei einzelnen Ciliaten nachgewiesene Funktion: es sondert Nesselkapseln ab. Von diesen kleinen Waffen enthält diese Art immer eine größere oder kleinere Anzahl. Dieselben sind (in drei verschiedenen Entwicklungsstufen) in Fig. 79 *a*, *b*, *c* dargestellt; *a* ist jünger als *b*. Bei Zusatz von tödtenden Reagentien (Essigsäure, Pikrokarmin) schnellen sie den langen Faden aus (*c*). Wie man sieht, ist der Bau dieser Nesselkapseln im Princip ganz derselbe wie bei den Coelenteraten, und ihre Funktion ist höchst wahrscheinlich die gleiche[2]. — Das Endoplasma

[1] Nachdem ich die Nesselkapseln aufgefunden hatte, konnte ich mich einen Augenblick des Gedankens nicht entschlagen, dass das Flagellum vielleicht nur der Faden einer solchen sei. Dies ist jedoch ganz falsch. Es geht konstant nur vom Hinterende des Körpers aus und bietet ganz dieselben Bewegungen dar wie bei den übrigen Cilioflagellaten.

[2] Bütschli scheint zu glauben (vgl. 43, pag. 675 oben), dass keine Nesselkapseln bei anderen Infusorien bekannt gewesen seien; jedoch waren diesel-

enthält niemals Chlorophyll oder Diatomin, Stärke oder Fett in der Weise, dass diese Stoffe als demselben angehörig betrachtet werden könnten: dagegen findet man sie häufig in Theilen, die als gefressene Organismen (Nahrungsballen) gedeutet werden müssen, im Inneren derselben (wie bei den Gymnodinien). Zwar habe ich ein Fressen oder Defäcation niemals gesehen: aber nach den angeführten Beobachtungen scheint sie sich sicherlich in animalischer Weise zu ernähren, Cytostom und Cytopyge sind jedoch noch nicht differenzirt. Kontraktile Blasen oder ähnliche Gebilde vermisste ich. Übrigens ist der ganze Organismus sehr zart und verträgt die Behandlung mit den genannten Reagentien nicht sehr gut (am besten scheint sich verdünntes Glycerin zu empfehlen): lässt man das »Thierchen« in einem ganz kleinen Wassertropfen liegen, so wird seine Form schnell zerstört (sie wird länglich und schmal) und es stirbt rasch ab.

Eben so wie durch die Existenz von 8 Querfurchen scheidet sich die hier behandelte Form von allen anderen bekannten Cilioflagellaten dadurch, dass sie (konstant) nicht einen, sondern vier (größere) Kerne enthält. Diese liegen in einer Reihe, einer hinter dem anderen etwa in der Mittellinie, der Bauchfläche am nächsten. Sie enthalten keine Kernkörperchen, bestehen aber (wie bei den übrigen Diniferen) aus einer feinkörnigen Substanz, die sich in Pikrokarmin (nach vorausgegangener Alkoholbehandlung) hell rosa färbt: ihre Form ist etwa kugelig, ihr Durchmesser ca. 0,030—0,035 mm. Dicht an ihrer Oberfläche liegen (an jedem derselben) 3—6 kleinere Körperchen, welche sich in Pikrokarmin viel intensiver färben und wohl als »primäre Kerne«[1] gedeutet werden müssen. Ihre Form ist rundlich, sie brechen das Licht viel stärker als die größeren, »sekundären« Kerne, sind glänzender und viel kleiner als diese: ihr Durchmesser ist ca. 0,0025—0,0030 mm. Für die hier gegebene Deutung dieser Körperchen spricht auch der Umstand, dass ich mehrmals

---

ben schon mehrmals bei Vorticellen beschrieben, so z. B. von R. Greeff (Arch. f. Naturgesch. 1870. Bd. I. pag. 383 u. 384).

[1] Obgleich die vermeintliche Identität dieser mit dem »primären Kerne« der Ciliaten keineswegs erwiesen ist, brauche ich jedoch vorläufig diesen Namen, wesentlich um die Benennung »Nucleolus« zu vermeiden. Letzterer Name, so wie er für die betreffenden Gebilde der Ciliaten gebraucht worden ist, eignet sich nach unserer Ansicht nur dazu Verwirrung zu schaffen und muss daher so bald wie möglich aus der Welt geschafft werden. Vgl. auch O. Bütschli, Studien über die ersten Entwicklungsvorgänge der Eizelle, die Zelltheilung und die Konjugation der Infusorien. Frankfurt 1876. pag. 147.

statt dieser einige ganz kleine Kernspindeln, ähnlich denjenigen, welche Bütschli in seinem berühmten Werke über die Konjugation gezeichnet hat (wohl also Theilungszustände). Auch diese kleinen Kernspindeln färbten sich durch Alkohol-Pikrokarminbehandlung intensiv roth. Die »sekundären Kerne« habe ich dagegen niemals in Theilung gesehen.

Diese Form habe ich öfters in Quertheilung gesehen. Die so gebildeten Theilungsindividuen sind natürlich viel kürzer, haben nur vier Querfurchen und zwei Kerne. Es scheint also, dass bei der Theilung des Protoplasmakörpers keine Kerntheilung stattfindet, sondern dass diese erst später (während des Wachsthums) ohne entsprechende Protoplasmatheilung eintritt. Doch muss dies an reicherem Material, als es mir vergönnt war, vervollständigt werden.

Wir lassen hier die kurze Diagnose dieser Gattung und Art folgen:

Polykrikos Bütschli.

Der tonnenförmige Körper entbehrt völlig einer Membran. Es findet sich eine größere Anzahl von Querfurchen; vier größere (»sekundäre«), mehrere kleinere (»primäre«) Kerne. Nur marine Formen bekannt.

P. auricularia Bgh. nov. sp.

Acht Querfurchen. Protoplasma von röthlicher Farbe. Das Flagellum dicht am Hinterende.

X. Die Gattung Prorocentrum.

Von Ehrenberg aufgestellt wurde diese Gattung ursprünglich zu den Thecomonadinen gestellt, doch nicht ohne die Vermuthung, dass sie vielleicht den Peridiniaeen nah verwandt wäre. Es wurde diese Verwandtschaft dann wirklich von Claparède und Lachmann nachgewiesen, indem sie (außer dem Flagellum) die Wimpern am Vorderrand des Körpers fanden und damit die erwähnte Form unter ihre »Infusoires Cilioflagellés« stellten. Später scheint sie nicht näher untersucht worden zu sein. — Von dieser Gattung wurden von Ehrenberg zwei Arten (P. micans, P. viride aufgestellt: eine derselben:

P. micans

Fig. 56—59.

kam bei Strib im Juli 1880 sehr allgemein vor.

Die einzige der oben beschriebenen Gattungen, mit welcher dieser Organismus direkte Anknüpfungspunkte darbietet, ist die Gattung Dinophysis, mit welcher sie folgende Eigenschaften theilt: die hohe (von rechts nach links) zusammengedrückte Körperform, die Lage des Wimperapparats (am Vorderende) und endlich den Besitz eines Leistenstachelapparats, der jedoch bei Weitem nicht zu der hohen Entwicklung wie bei Dinophysis gelangt ist. Aber es besteht andererseits eine tiefe Kluft zwischen diesen beiden Gattungen: bei Prorocentrum findet sich noch gar keine von Leisten der Membran begrenzte Querfurche (was diese Form den sämmtlichen übrigen Cilioflagellaten gegenüber stellt) und das Flagellum entspringt hier vom Vorderende, endlich scheint die Membran aus zwei nicht näher verbundenen Schalen (einer rechten und einer linken) zu bestehen. Mit den übrigen Diniferen ist ein direkter Vergleich fast unmöglich; die einzigen Übereinstimmungen zwischen diesen und dem Prorocentrum sind der Besitz von Wimpern, Flagellum und (theilweise) Membran. Der Weg vom Prorocentrum zu den Peridiniden und Gymnodiniden geht durch Dinophysis[1].

Wie schon erwähnt, ist die Körperform sehr hoch und zusammengedrückt; wir können auch hier ein Vorder- und Hinterende, Rücken und Bauch, rechte und linke Seite unterscheiden; jedoch ist der Unterschied zwischen Rücken- und Bauchseite bei Weitem nicht so stark ausgesprochen wie bei den Diniferen: bei Prorocentrum findet sich nämlich weder Quer- noch Längsfurche. Eben so wie bei Dinophysis (acuta) ist die Bauchfläche viel stärker gewölbt als die Rückenfläche, welche bei Prorocentrum fast ganz flach ist; nach hinten ist der Körper zugespitzt, nach vorn hat er einen ziemlich geraden Rand (Fig. 56).

Diese Form scheint fast gar nicht zu variiren, weder was das Verhältnis der Dimensionen unter sich noch was die Größe betrifft, die sämmtlichen von mir gesehenen (sehr zahlreichen) Individuen waren etwa von derselben Größe: Totallänge (den Leistenstachelapparat nicht mitgerechnet) = ca. 0,048 mm, Länge dieses Appa-

[1] Vgl. die phylogenetischen Erörterungen im dritten Abschnitt.

rats = ca. 0.009 mm, Höhe (an der Mitte) = ca. 0,024 mm. Höhe am Vorderende = ca. 0.010, Breite = ca. 0.007 mm.

Die Membran ist wahrscheinlich nicht wie bei den Diniferen eine zusammenhängende Schale oder aus durch schmälere Zwischenstreifen vereinigten Tafeln bestehend: sie scheint beim Prorocentrum aus zwei nur am Vorderende mit einander verbundenen Schalenhälften zu bestehen, einer an der rechten und einer an der linken Seite. Die Untersuchung dieses Verhältnisses wird indessen sehr erschwert, besonders weil die Individuen fast immer auf der rechten oder linken Seite liegen, und weil das Protoplasma dunkelkörnig, gefärbt und undurchsichtig ist. Auch gelang es mir nicht an Schnitten (in derselben Weise wie von den Ceratien angefertigt) hierüber Klarheit zu gewinnen. Zu obenstehender Annahme haben mich folgende Gründe geleitet: erstens sieht man bei Betrachtung von der Rücken- oder Bauchfläche in der Mittellinie zwei scharfe von vorn nach hinten laufende Linien; dann treten im vordersten Drittel der Rückseite und in der vordersten Hälfte der Bauchseite die Cilien aus: drittens endlich: in so fern der am oralen Pole sich findende Leistenstachelapparat abgebrochen (und das »Thierchen« todt ist, fallen die zwei Schalen sehr leicht aus einander (ohne dem Druck des Deckglases ausgesetzt gewesen zu sein); man kann somit in frischen aus dem Meerwasser genommenen Tröpfchen Zustände wie Fig. 59 finden, bei denen die Schalenhälften ganz aus einander gewichen sind, eben so wie man auch sehr häufig einzelne Hälften der Membran findet. Die Form dieser Schalenhälften ist, wie leicht einzusehen, konvex-konkav und ihr Umriss derselbe wie der des ganzen Körpers. Am Vorderrand zeigen sie beide eine kleine Einbuchtung etwa an der Mitte (vgl. Fig. 59).

Was die feinere Struktur der Membran betrifft, so zeigen sich beide Schalenhälften von zahlreichen äußerst feinen Poren durchsetzt, was ihnen bei der Oberflächenansicht ein punktirtes Aussehen verleiht (Fig. 59). Diese Poren sind sehr oft in regelmäßigen, schwach gekrümmten Reihen angeordnet, wie es auch Claparède und Lachmann (33, Pl. XX, Fig. 8) gesehen und gezeichnet haben: dass ihre Anordnung jedoch nicht immer so regelmäßig ist, zeigt unsere Fig. 59 wohl hinlänglich deutlich. Dass es wirklich Poren sind, dürfen wir wohl desshalb annehmen, weil sie in Chlorzinkjod völlig farblos bleiben[1]. Übrigens ist die Membran strukturlos: ihre Oberfläche zeigt keine Leisten, sondern ist glatt.

[1] Wofür diese punktirte Struktur ein Ausdruck sei, auf diese Frage haben

Am vorderen (oralen) Pole finden wir einen eigenthümlichen Apparat, aus einer schwach brechenden Leiste und einem viel stärker brechenden Stachel bestehend, welche Theile ganz verwachsen zu sein scheinen. Es sind dieses offenbar ganz dieselben Gebilde, welche sich in der »Handhabe« der Dinophysis finden, nur in weniger reicher Entwicklung[1]. Eine nähere Betrachtung beweist die Homologie bis zur Evidenz. Betrachten wir nämlich ein Prorocentrum von der rechten Seite, so können wir den Kontur des Körpers direkt in den Stachel sich fortsetzen sehen (Fig. 56); wird es dagegen von linker Seite beobachtet, so läuft der Vorderrand hinter dem Stachel kontinuirlich fort (Fig. 57). Der stärker brechende Stachel geht also nur von der rechten Schalenhälfte aus. In wie fern die schwächer brechende Leiste von linker oder rechter oder von beiden Membranhälften entspringt, konnte nicht mit Sicherheit entschieden werden; bei Betrachtung von rechter und linker Seite ist kein Unterschied in ihrem Verhalten zur Schale zu bemerken. Der ganze Apparat liegt, wie gesagt, am vorderen Körperpole, etwa an der Grenze zwischen dem Vorderrand der Bauchseite, so dass der Stachel dicht an der kleinen Einbuchtung im Vorderrand sich findet. Die nähere Betrachtung der Homologien muss bis nach der Erwähnung des Bewegungsapparates aufgeschoben werden.

So zeigt sich denn, dass Prorocentrum nicht (wie mir ursprünglich schien) eine vollkommen bilateral-symmetrische Form ist, sondern dass sie (eben so wie die sämmtlichen übrigen Cilioflagellaten) asymmetrisch ist, indem nur die rechte Schalenhälfte den erwähnten Stachel besitzt.

In chemischer Beziehung scheint auch die Membran dieser Form aus Cellulose zu bestehen. In Chlorzinkjod färbt sie sich röthlich violett, wobei, wie schon erwähnt, die Poren farblos bleiben: durch Behandlung mit Jod und Schwefelsäure wird es erst röthlich, dann tief blau; auch hier wird der Unterschied in der Lichtbrechung des Stachels und der Leisten durch die koncentrirte Säure verwischt. Durch Glühen scheint kein Aschenskelet zurückzubleiben.

Claparède und Lachmann keine Antwort gegeben, ja sie haben sich die Frage sogar gar nicht gestellt (vgl. oben bei Cerat. furca).

[1] Sowohl Ehrenberg wie Claparède und Lachmann haben offenbar nur das eine Element, nämlich den Stachel, gesehen: die Leiste haben sie weder erwähnt noch gezeichnet.

Das Protoplasma ist eine feinkrümelige Substanz, in der größere und kleinere Körner eingelagert sind. Es enthält konstant dieselben zwei Farbstoffe, welche wir bei so vielen anderen Cilioflagellaten nachgewiesen haben: Diatomin und Chlorophyll. Gewöhnlich ist die Farbe dunkelgelb, doch kann sie, wenn das Chlorophyll in größerer Menge da ist, ins grünliche überspielen[1]. Durch Alkohol wird erst das Diatomin ausgezogen, wodurch die Farbe schön chlorophyllgrün wird, und wohlentwickelte Chlorophyllkörner sich zeigen; schließlich wird natürlich auch der Farbstoff dieser gelöst. Durch Jod kann man gewöhnlich sehr reichliche Mengen von Stärke nachweisen, und die Körner färben sich hier intensiv blau (nicht wie beim Ceratium blauviolett). Fett konnte jedenfalls nicht in größerer Menge (durch Überosmiumsäure) nachgewiesen werden. Gefressene Organismen finden sich niemals im Protoplasma dieser Form: alle diese Verhältnisse deuten offenbar auf eine vegetabilische Ernährungsweise.

Dicht am vorderen Körperpole, gewöhnlich der Dorsalseite näher als der Ventralseite gelegen finden sich gewöhnlich zwei helle von Flüssigkeit erfüllte Blasen (Claparède und Lachmann haben schon in ihrer Zeichnung [Pl. XX, Fig. 6] eine solche dargestellt). Eben so wenig wie den früheren Forschern ist es mir gelungen Kontraktionen derselben direkt wahrzunehmen. Indessen leiten mich mehrere Gründe zu der Annahme, dass sie doch kontraktil seien, dass sich aber die Kontraktionen sehr langsam abspielen. Sie finden sich nämlich in höchst verschiedener Form und Größe; ich habe bei einem Individuum die Form sich ändern sehen und bisweilen können sie in eine einzige verschmelzen. Diese Verhältnisse stimmen ganz mit Beobachtungen, die ich über Systole und Diastole der kontraktilen Vacuole bei Acineta mystacina angestellt habe, und welche die Resultate von Maupas[2] bestätigen. — In ihrer Lage stimmen diese Blasen übrigens mit der Lage der kontraktilen Blasen bei mehreren Flagellaten, z. B. bei Chlamydomonas uva überein.

Über den Zellkern habe ich leider keine Klarheit zu gewinnen vermocht. Durch Alkohol-Pikrokarminbehandlung tritt er nicht

[1] Diese Form scheint gewöhnlich etwas mehr hellgelb gefärbt als die meisten übrigen Cilioflagellaten (vgl. die kolorirten Abbildungen). Dies kann zwei Ursachen haben: entweder dass sie durch Betrachtung von der Seite eine dünnere Plasmaschicht zeigt als die übrigen, oder dass die Chlorophyllmenge hier vielleicht (relativ) größer sei. Der gelbe Farbstoff zeigt die gewöhnliche diffuse Vertheilung.

[2] A. Maupas, Sur l'organisation et le passage à l'état mobile de la Podophrya fixa. Arch. de zoologie exp. et gén. Tom. V. 1876. pag. 401—428.

deutlich hervor; Hämatoxylin stand mir in Strib nicht zu Gebot, und bei Jodbehandlung wird er durch die intensive Farbe der Stärkekörner verdeckt. Dies ist sehr bedauernswerth, weil es eben für eine Zwischenform wie Prorocentrum sehr wichtig wäre zu wissen, ob ihr Kern Flagellatencharaktere habe (Kernkörperchen besitze) oder sich wie die Diniferenkerne verhalte (welche des Kernkörperchens entbehren und aus einer feinkörnigen Substanz bestehen).

Der Bewegungsapparat besteht aus dem ansehnlichen und kräftigen Flagellum und aus den kleineren Cilien. Das Flagellum tritt dorsalwärts vor dem Leisten-Stachelapparat (am Vorderende) aus, wie dies schon von Ehrenberg und Claparède und Lachmann beobachtet wurde; es vermag kräftige Schwingungen in allen möglichen Richtungen zu machen. Die kleineren Cilien[1] sind nicht wie bei den Diniferen in einer Querfurche gelagert; eine solche existirt ja hier nicht. Sie stehen zwischen den zwei Schalenhälften am vorderen Körperrand, außerdem an der vorderen Hälfte der Bauchseite und am vorderen Drittel der Rückseite. Die Flimmerbewegung ist gewöhnlich sehr lebhaft (am lebhaftesten ist sie gewöhnlich an der Bauchfläche), immer findet sie in der Richtung von vorn nach hinten statt. Die Cilien sind verhältnismäßig von ansehnlicher Länge. — Wenn das »Thierchen« sich bewegt, hat es immer das (morphologische) Vorderende nach vorn gerichtet; zugleich findet hier eine sehr schnelle Rotation um die Längsachse statt. Die Schnelligkeit der Bewegung ist größer als bei den meisten übrigen Cilioflagellaten.

Nach den mitgetheilten Untersuchungsresultaten kann über die systematische (phylogenetische) Stellung des Prorocentrum[2] oder über die Homologien desselben wohl kein Zweifel existiren. Im Leisten-Stachelapparat haben wir offenbar einen Theil der »Handhabe« der Dinophysis vor uns. Aber welchen? Wir sahen, dass bei Dinophysis das Flagellum dicht vor dem dritten Stachel der »Handhabe« entspringe. Denken wir uns nun (bei Prorocentrum) den Leisten-Stachelapparat und das Flagellum ein Stück an der Bauchfläche (nach hinten) gerückt, so kann kein Zweifel mehr übrig sein. Der Sta-

---

[1] Claparède und Lachmann, die ja die Existenz der Cilien (»sur le bord antérieur«) erkannten und damit diesem Organismus seine richtige systematische Stellung angewiesen haben, zeichnen die Cilien an keiner ihrer Figuren, obgleich sie sich sonst gar nicht scheuen die Cilien deutlicher zu zeichnen, als man sie in der Natur sieht, ohne dies übrigens ausdrücklich anzugeben.

[2] Vgl. den dritten Abschnitt.

chel des Prorocentrum wird dem dritten Stachel der »Handhabe« homolog sein: denn seine Stellung dem Flagellum gegenüber ist ganz dieselbe (ventralwärts, sc. hinter) und entspringt eben so wie der dritte Stachel der Dinophysis von der rechten Schalenhälfte (die Seitenflächen der Dinophysis werden ja den Schalenhälften des Prorocentrum homolog). So wird also der meist konvexe Rand des Prorocentrumkörpers der Bauchfläche der übrigen Formen identisch. Aus diesen beim Prorocentrum sich findenden Verhältnissen lässt sich nun, wie wir später sehen werden, eine Theorie für die Genese der Querfurche bei den Diniferen aufbauen.

Somit hat diese Untersuchung zu einem Resultat geführt, das von demjenigen, zu welchem Claparède und Lachmann bezüglich des morphologischen Werthes des Stachels am Vorderrande dieses Organismus gelangten, grundverschieden ist. Sie fassen diesen nämlich als dem »Hinterkörper« (= was Perty, Stein und ich als Vorderkörper bezeichnen) der übrigen Cilioflagellaten homolog auf: »déjà si rudimentaire chez les Dinophysis et les Amphidinium«. Dass diese Annahme unrichtig ist, bedarf jetzt wohl keiner näheren Erläuterung.

Von dieser Form habe ich bisweilen ganz nackte (frei schwimmende) Individuen gesehen: eine nähere Untersuchung des Bewegungsapparates bei solchen (in wie fern sie sowohl Flagellum als Cilien besitzen) war mir jedoch unmöglich, weil sie noch schneller als die schalentragenden Individuen starben. Nur einmal wurde ein Individuum in Ruhezustand gesehen (innerhalb der Membran zu einer Kugel zusammengezogen). Theilungs- oder Konjugationszustände sah ich (eben so wie Ehrenberg und Claparède und Lachmann) bei dieser Form niemals.

Die kurze Diagnose der Gattung und Art geben wir schließlich hier:

Prorocentrum Ehrbg.

Körperform hoch, zusammengedrückt. Die Membran scheint aus zwei Schalen (einer rechten und einer linken) zu bestehen, welche vollständig von einander geschieden sind: nur am Vorderende sind sie durch den Leisten-Stachelapparat verbunden. Das Flagellum entspringt vom Vorderende dorsalwärts vor dem Leisten-Stachelapparat: zwischen den Schalenhälften finden sich

im vorderen Theil des Körpers die Cilien (in keiner Querfurche).

P. micans Ehrbg.

Der Körper nach hinten zugespitzt, die Bauchseite konvex, die Rückenseite fast gerade. Das Protoplasma enthält Chlorophyll, Diatomin und Stärke so wie zwei (kontraktile?) Blasen am Vorderende. Sowohl im Süßwasser (von Werneck bei Salzburg) wie besonders im Meer (Nordsee, Ostsee) gefunden.

Allgemeine Übersicht des Baues der Cilioflagellaten.

Resultate der empirischen Untersuchungen.

Die Körperform sämmtlicher Cilioflagellaten ist bilateral asymmetrisch, aber sonst außerordentlich verschieden bei den verschiedenen Repräsentanten derselben; bald ist sie von vorn nach hinten zusammengedrückt (Diplopsalis lenticula, Glenodinium Warmingii), bald von oben nach unten (Ceratium, Peridinium), bald von rechts nach links (Dinophysis, Amphidinium, Prorocentrum). Der Körper kann in Hörner ausgezogen sein (Ceratium, Peridinium divergens) oder derselben entbehren (die übrigen Formen).

Die Cilioflagellaten besitzen entweder (Ceratium, Protoceratium, Peridinium, Protoperidinium, Dinophysis, Diplopsalis, Glenodinium, Prorocentrum) ein Skelet (Zellmembran) oder sind nackt (Gymnodinium, Polykrikos). Die Membran besteht aus Cellulose oder einem ähnlichen Kohlenhydrate, färbt sich in Chlorzinkjod schwach violett (Ceratium, Perid. tabulatum) oder intensiv roth (Perid. divergens, Protoperidinium, Diplopsalis) oder endlich schwach röthlich (Prorocentrum, Glenodinium cinctum). Kieselsäure enthalten wenigstens die genauer untersuchten Formen nicht. Die feinere Struktur der Zellmembran variirt stark: entweder ist sie glashell und strukturlos (Glenodinium) oder mit netzförmig angeordneten Leisten zierlich ausgestattet (Ceratium cornutum und C. hirundinella, Dinophysis) oder die Leisten bilden kein Netzwerk, sondern verlaufen mehr unregelmäßig, wobei auch Poren auftreten (Ceratium tripos, C. furca, C. fusus); endlich treffen wir eine Sonderung in eine (verschieden große) Anzahl von Tafeln mit zwischenliegenden schmäleren Streifen, wobei die Tafeln die netzförmige Struktur zeigen, die Streifen dagegen mit Querleisten versehen sind (Peridinium, Protoperidinium, Diplopsalis); bei Prorocentrum endlich besteht (wie es scheint) die

Membran aus zwei Schalenhälften, die von feinen Poren durchlöchert sind.

Das Protoplasma ist wahrscheinlich immer in ein Exoplasma und Endoplasma gesondert, welche beide sehr verschiedenartige Differenzirungen zeigen können. So ist bei den beschalten Formen das Exoplasma immer ganz strukturlos und homogen: bei den Gymnodinien und Polykrikos, den höchstentwickelten Formen, zeigt es mehrere Eigenthümlichkeiten: es ist so bei G. gracile stark gerunzelt und gefaltet, bei G. spirale enthält es in seiner inneren Schicht Myophanstreifen: bei Polykrikos endlich sind Trichocysten in ihm entwickelt. — Das Endoplasma enthält bald sowohl Chlorophyll als Diatomin und Stärke oder ähnliche Amyloide (Ceratium, Protoceratium, Perid. tabulatum, Protoperid. Michaelis, Glenodinium, Dinophysis acuta, Prorocentrum), was auf eine vegetabilische Ernährung deutet: bald entbehrt es dieser Stoffe, enthält aber dann gefressene Organismen (Gymnodinium, Polykrikos), hier ist also die Ernährungsweise animalisch: endlich scheinen sich einige Formen weder durch die Chlorophyllwirksamkeit (Kohlensäureassimilation) noch in animalischer Weise zu ernähren, indem man im Endoplasma weder die erwähnten Farbstoffe noch fremde Organismen antrifft (so bei Protoperid. pellucidum, Perid. divergens, Diplopsalis lenticula, Dinophysis laevis). Das Endoplasma ist bei Perid. divergens, Diplopsalis lenticula u. a. schwach röthlich gefärbt: bei der erstgenannten enthält es gewöhnlich Tröpfchen eines rothgefärbten Fettes. Eine kontraktile Blase konnte mit Sicherheit nirgends nachgewiesen werden: bei den sämmtlichen Formen, bei welchen wir weder eine assimilirende noch eine rein animalische Ernährung annehmen konnten, findet sich aber eine Blase, welche oft durch die Flagellumspalte und einen schmalen Kanal mit der Außenwelt in Verbindung steht, aber auch bisweilen von derselben geschieden ist; wahrscheinlich ist ihre Funktion Meerwasser (mit Nahrungsstoffen?) ins Innere aufzunehmen.

Der Zellkern ist gewöhnlich nur in Einzahl vorhanden: nur bei Polykrikos finden sich vier (größere) Kerne. Diejenigen der Diniferen bestehen aus einer feinkörnigen Substanz, enthalten kein Kernkörperchen und färben sich durch Pikrokarmin (nach Alkoholbehandlung) hell rosa. Nur beim Polykrikos findet sich noch eine zweite Art kleinerer Kerne (vielleicht »primäre Kerne« im Sinne wie bei den Ciliaten). Der Kern von Prorocentrum bedarf noch einer näheren Untersuchung.

Der Bewegungsapparat, das eigentliche Charakteristikum der Cilioflagellaten, besteht aus dem langen, kräftigen Flagellum und den kleineren Cilien. Diese Cilien sitzen entweder direkt auf dem Vorderrand des Körpers (Prorocentrum) oder sind wie ein oder zwei kontraktile Säume in einer durch zwei hervorragende Leisten gebildeten Querfurche gelagert (Diniferen). Die Querfurche liegt entweder am Vorderende des Körpers (Dinophysis, Amphidinium) oder etwa an der Mitte (die übrigen Formen); bei Gymnodinium spirale ist sie spiralig gewunden. Die Flimmerbewegung in ihr scheint immer in einer konstanten Richtung, links an der Bauchfläche beginnend, vorzugehen. Bei den Gymnodinien scheint nur ein kontraktiler Saum in der Querfurche vorhanden zu sein. Bei Polykrikos finden sich acht unter einander nicht zusammenhängende Querfurchen. Die Leisten dieser Furchen sind an der Bauchseite unterbrochen; die hintere setzt sich nach hinten in ein eigenthümliches System von Stacheln und Leisten fort, die entweder dicht an einander gelagert, wie an der schmalen Bauchfläche der Dinophysis, oder als eine rechte und linke Partie aus einander gerückt sind (Protoperidinium); dieser ganze Apparat dient als Begrenzung der Längsfurche. Bei den übrigen Formen persistiren entweder nur die Stacheln (Peridinium) oder die Leisten (Diplopsalis, Glenodinium) oder beide fallen weg (Ceratium, folglich auch Gymnodinium). Das Flagellum tritt entweder durch einen großen ventralen Ausschnitt in der Membran aus (Ceratium) oder durch eine enge Spalte in der Längsfurche (die übrigen Formen), entweder am vorderen Pole (Prorocentrum) oder am hinteren (Amphidinium, nach Claparède und Lachmann) oder in der Nähe dieses (die übrigen Formen).

Von der Fortpflanzung und Entwicklung der Cilioflagellaten ist nur wenig Sicheres bekannt. Sowohl Theilung als Konjugation finden sich hier[1]. Die (Quer-)Theilung vollzieht sich entweder an frei schwimmenden »Thierchen« (z. B. bei Polykrikos, bei Allman's Perid. uberrimum) oder nach Zurückziehung innerhalb der alten Membran (Perid. tabulatum) oder endlich in besonderen Cysten, welche entweder rund sind (Glenodinium cinctum: Gymnodinium nach Stein) oder eigenthümliche, bizarre (gehörnte) Formen haben (Perid. tabulatum nach Stein). — Die Konjugation ist besonders von Stein für Gymnodinium pulvisculus nachgewiesen: doch be-

[1] Über die von mir aufgefundene eigenthümliche Fortpflanzungsweise der Gattung Ceratium vgl. oben.

dürfen mehrere seiner Angaben hierüber einer gründlichen Revision vgl. die Bemerkungen im ersten Abschnitt dieser Arbeit).

Dritter Abschnitt.

Phylogenie der Cilioflagellaten.

(System derselben.)

Schon im ersten Abschnitt sahen wir, wie verschiedenartige Anschauungen sich bezüglich der systematischen Stellung der hier behandelten Gruppe geltend gemacht haben. Die früheren dieser Auffassungen, so diejenigen von O. F. Müller, Schrank, Ehrenberg und Perty dürften wohl bei dem jetzigen Stande unserer Kenntnisse als so unhaltbar angesehen werden, dass wir dieselben hier nicht näher zu besprechen brauchen.

Von den neueren Verfassern stellen Claparède und Lachmann die Cilioflagellaten als »Infusoires cilioflagellés« zwischen die Ciliaten und die Flagellaten. Stein betrachtet sie dagegen als echte Flagellaten, zwar als die höchste Abtheilung derselben, und eben so in seinen phylogenetischen Tabellen E. Haeckel. Endlich will Warming in denselben eine Zwischengruppe zwischen Diatomaceen und Desmidiaceen finden.

Ehe ich nun zur Darstellung meiner eigenen Ansichten übergehe, werde ich es versuchen, jede der genannten Anschauungen einer Kritik zu unterziehen. Solches kann jedoch nicht leicht gemacht werden, ohne zugleich auf die allgemeinen Gesichtspunkte der verschiedenen Forscher einzugehen.

Stein geht in seiner Betrachtung der »Peridiniden« von den Gymnodinien als von den am einfachsten organisirten Formen derselben aus. Weil er nun im Innern dieser oft Chlamydomonaden u. a. gefressene Organismen gefunden hat, sollen dieselben einen Mund besitzen und »zweifellose Thiere« sein. Über die erste dieser Annahmen wurden schon im ersten Abschnitt dieser Arbeit einige Bemerkungen gemacht; die zweite muss hier beleuchtet werden. Also Stein betrachtet die Cilioflagellaten so wie alle Flagellaten als Thiere. Eine Euglena soll demnach ein wirkliches Thier sein! Aus welchen Gründen denn? Wenn es als Grund gelten soll, dass dieselben im Stande sind, andere Organismen zu fressen, dann müssten wahrlich auch Drosera, Sarracenia und die übrigen insektenfressenden Pflanzen »echte Thiere« sein, was doch gewiss als paradox be-

zeichnet werden kann. An einem anderen Ort (Vorwort, p. VI) scheint der Verfasser anzunehmen, dass auch der Besitz von Zellkernen und kontraktilen Vacuolen als Beweis für die thierische Natur gelten könne. Aber die Zellen aller höheren Pflanzen enthalten ja, wie der Verfasser in Sachs' »Lehrbuch der Botanik« (4. Aufl. 1874) hätte lesen können, immer Zellkerne. Und was die kontraktilen Vacuolen betrifft, was sind denn dieselben anders als einfache Hohlräume, welche durch rhythmische Bewegungen des Protoplasma kontrahirt werden, aber Protoplasmabewegung kommt wohl fast immer in der lebensthätigen (sowohl in der thierischen wie in der pflanzlichen) Zelle vor.

Die ganze Auffassung, zu welcher Stein bezüglich dieser Organismen gelangt ist, muss nach unserer Ansicht völlig falsch genannt werden, und solche Sätze wie (p. 85): »Dass Perty zu keinem klaren und wissenschaftlich befriedigenden Infusorienbegriff gelangte, hat hauptsächlich darin seinen Grund, dass er die höheren Infusionsthiere nur höchst oberflächlich untersuchte und seine Hauptthätigkeit den Flagellaten und den verwandten, zweifelhaften Organismen zuwandte, zu deren Verständnis und richtiger Beurtheilung doch nur die höheren Infusionsthiere den Schlüssel liefern können«, scheinen mir allen ernstlichen Versuchen, die komplicirten Verhältnisse aus einfacheren abzuleiten, Hohn zu sprechen. — So auch bezüglich der Cilioflagellaten: die Gymnodinien, welche, wie die Vergleichung lehrt, die allerhöchsten Formen dieser Ordnung sind, werden als Ausgangspunkt benutzt, und die anderen Formen nach den bei diesen sich findenden Verhältnissen beurtheilt. Zu welchen Ergebnissen dieses führen musste, haben wir oben dargelegt. Und nach solchen Prämissen opponirt Stein (im Vorwort, p. VI) gegen das Protistenreich, und bestreitet die Zugehörigkeit der Spongien zu den Coelenteraten![1]

Haeckel leitet die Cilioflagellaten (phylogenetisch) von den Flagellaten ab: übrigens hat er seine Anschauungen über die Verwandtschaftsbeziehungen der Protisten mehrmals umgeändert. So leitete er in der »Generellen Morphologie« (1866) die Flagellaten von Moneren ab und stellte die Peridinien innerhalb der echten Flagellaten (als Gruppe der Cilioflagellaten, »welche aus ersterer [sc. der Ordnung

[1] Die oben gemachten, etwas trivialen Bemerkungen, die ja nur seit langer Zeit von anderen Forschern gehegte Ansichten reproduciren, sind nur desshalb hingestellt, weil die kritisirte Arbeit einen Verfasser wie Stein hat. Stammten die erwähnten Aussprachen von einem geringeren Forscher her, hätte man sie einfach ignoriren können.

der Nudoflagellaten] sich entwickelt hat«) ins Protistenreich, während die Ciliaten zu den Würmern gestellt wurden. — In seiner »natürlichen Schöpfungsgeschichte« (5. Aufl. 1875 stellt er die Flagellaten (mit den Cilioflagellaten) zum Protistenreich, während die Ciliaten den Protozoën (sc. dem Thierreiche) angereiht werden. — Schließlich ist aber doch Haeckel (vgl. »Das Protistenreich«. Leipzig 1878) dazu gelangt, beide Gruppen den Protisten einzuordnen und dieselben sogar in der Nähe von einander zu stellen; dasselbe ist aber hier nicht phylogenetisch ausgeführt.

Nach unserer Ansicht ist nun keines der Haeckel'schen Protistensysteme haltbar, und der ausgezeichnete Forscher will offenbar selbst dieselben als nur ganz provisorisch aufgestellt wissen. — Wenn Haeckel z. B. immer an den Moneren als an den ältesten Lebewesen festhält, dann wird hierbei ein physiologisches Moment von größter Wichtigkeit vergessen: die ersten Organismen können sich nicht in animalischer Weise ernährt haben, weil es Nichts zu fressen gab: die erste lebende Plastide muss, wie sich auch Sachs ausgesprochen hat, vegetabilisch gelebt haben. — Und wenn er die eigentlichen Infusorien (sc. die Ciliaten) von den Moneren aus ableitet, dann fehlen alle Zwischenformen, welche den Übergang vermitteln könnten, und eine nähere Begründung wird vermisst[1].

Die Ansicht Warming's, dass die Cilioflagellaten ein Zwischenglied zwischen Diatomaceen und Desmidiaceen seien, halte ich auch für verfehlt. Von den Desmidiaceen entfernen sich die Peridinien

[1] Indem ich so gezwungen war, auf diese verschiedenen Protistensysteme von Haeckel nicht eingehen zu können, kann ich es nicht unterlassen, einige Worte über die Bedeutung dieses großen Zoologen für die Erforschung der Protisten auszusprechen. Nach meiner Ansicht hat kein einziger Zoologe der Gegenwart auf diesem wie auf so vielen anderen Gebieten der Zoologie einen so mächtigen Einfluss ausgeübt wie Haeckel. Obgleich nun Haeckel Arbeiten geliefert hat, die auf der höchsten Stufe stehen, was die rein empirische Untersuchung anbelangt so z. B. die Monographie der Radiolarien), so beruht seine größte Bedeutung doch nicht wesentlich hierauf, sondern auf seinem Verdienste auf einem Gebiete, wo zwar zahlreiche gute empirische Untersuchungen vorlagen, wo aber noch ganz rohe Auffassungen herrschend waren, Gedanken geschaffen und die Fragen präcis gestellt zu haben. Ob dabei seine eigene Beantwortung dieser Fragen eine richtige oder unrichtige war, ist verhältnismäßig nur eine Nebensache. Ohne Haeckel's Einfluss wären wohl die neueren trefflichen Rhizopoden- und Infusorienarbeiten jedenfalls in ihrer jetzigen Form nicht entstanden. — Es kann daher nur einen komischen Eindruck machen, wenn von manchen Seiten fast jede Gelegenheit ergriffen wird, um die Bedeutung Haeckel's zu verkleinern.

offenbar sehr weit; mit den Diatomaceen haben nur einige derselben (siehe den speciellen Theil) die Farbstoffe gemein, während ganz nahestehende Arten (sogar innerhalb derselben Gattung) dieser entbehren; die Homologie dieser ist daher sehr zweifelhaft. Die einzige Form der Cilioflagellaten, welche sich in ihrer Organisation mit den Diatomaceen ungezwungen vergleichen ließe, wäre das Prorocentrum. Dasselbe hat eine aus zwei (fast gleichwerthigen) Schalenhälften bestehende Membran, zwischen welchen der Bewegungsapparat sich findet. Dass dieser hier aus Wimpern, dort aus kriechend-fließendem Protoplasma besteht (vgl. Max Schultze, Die Bewegung der Diatomeen. Arch. für mikr. Anatomie. Bd. I. 1865. p. 376—402. Taf. XXIII), erschwert die Vergleichung nicht; denn diese sind ja nur als Modifikationen einer und derselben Bewegung aufzufassen.

Wir haben somit nur die Aufstellung der Cilioflagellaten zwischen Ciliaten und Flagellaten durch Claparède und Lachmann zu besprechen. Diese Verfasser scheinen mit richtigem Takte der Wahrheit am nächsten gekommen zu sein. Aber das empirische Material war damals noch viel zu gering, um einen genügenden Beweis hierfür liefern zu können, wesshalb ihre Ansicht keinen Anklang fand; auch werden bei ihnen die Cilioflagellaten nicht den Peritrichen, sondern den Acineten angereiht, welche ihnen ganz entfernt stehen. Bekanntlich war ihre Arbeit vor dem Durchbruch der Descendenztheorie geschrieben; die Bedeutung der Systematik war also damals noch nicht eine wirklich reale, sondern auf dem ganz willkürlichen Boden der dualistischen Zoologie fußend.

Nach diesen vorausgeschickten Bemerkungen kann ich jetzt zur Darstellung meiner eigenen Theorie übergehen. Dieselbe schließt sich der Claparède-Lachmann'schen Auffassung am nächsten an, doch werden sich viele weitere Ausführungen und Differenzen ergeben.

Der Fundamentalsatz dieser Theorie lautet so: die Flagellaten stellen eine Ausgangsgruppe dar, aus welcher sich nach verschiedenen Seiten divergirend die Noctiluken, die Rhizopoden, die Cilioflagellaten und durch diese die Peritrichen (welche letzteren die ältesten Ciliaten repräsentiren) phylogenetisch entwickelt haben.

Für die Ansicht, dass die Rhizopoden aus Flagellaten entstanden sind, scheinen mir besonders folgende Thatsachen zu sprechen: 1) Die Rhizopoden (sämmtliche hierauf untersuchten Formen derselben)

haben flagellatenähnliche Jugendformen[1]; 2) die Flagellaten laufen, so weit bekannt, kein amoeben- oder rhizopodenähnliches Stadium durch; 3 es finden sich Formen, welche einerseits Amoebencharaktere (Pseudopodien), andererseits Flagellateneigenthümlichkeiten (die Geißel) besitzen. Solche Formen sind Podostoma filigerum[2] und Cercomonas[3].

Die Noctiluken werden von dem neuesten, tüchtigen Untersucher derselben, L. Cienkowski[4], geradezu als Flagellaten betrachtet, unter denen sie jedoch eine eigene Gruppe bilden sollen. Dass die Noctiluken von echten Flagellaten abstammen, wird sowohl durch ihren Bau wie durch ihre Entwicklung höchst wahrscheinlich gemacht.

Wir kommen somit zur eigentlichen Hauptaufgabe dieser Arbeit, der Aufklärung des Cilioflagellatenstammbaums. Aber ehe ich hierzu übergehe, wird es am zweckmäßigsten sein, ein »System« im älteren Sinne des Wortes aufzustellen (wobei die Diagnosen der Gattungen im speciellen Theil nachzusehen sein werden). Wir unterscheiden zwei Familien höchst ungleichen Inhalts:

Familie I. **Adinida**, mihi.

Körper zusammengedrückt; sowohl Flagellum als Cilien am vorderen Pole gelegen; weder Quer- noch Längsfurche. Sie besitzen eine Membran.

Einzige Gattung: Prorocentrum.

Familie II. **Dinifera**, mihi.

Es findet sich eine Querfurche, gewöhnlich auch eine Längsfurche. Das Flagellum ist mehr oder weniger vom Vorderende nach hinten gerückt. Membranführend oder nackt.

Diese Familie theilt sich wieder in drei Unterfamilien:

Subfam. I. **Dinophyida**, mihi.

Die Körperform zusammengedrückt. Die Querfurche am vorderen Pole. Skeletmembran vorhanden. Längsfurche vorhanden, entweder mit der Querfurche in Verbindung stehend oder nicht.

---

[1] Vgl. besonders die trefflichen Arbeiten von R. Hertwig: Über Mikrogromia socialis. Arch. f. mikr. Anatomie. Bd. X. Supplementheft 1874. Taf. I, Fig. 6. — R. Hertwig und E. Lesser: Über Rhizopoden und denselben nahestehende Organismen. Ibid. Taf. V, Fig. 4. — R. Hertwig: Zur Histologie der Radiolarien. Leipzig 1876.

[2] Vgl. Claparède und Lachmann, l. c. Pl. XXI. Fig. 4—6.

[3] Vgl. Stein, l. c. Taf. I, Fig. III, IV, V.

[4] L. Cienkowski: Über Noctiluca miliaris. Arch. f. mikr. Anatomie. Bd. IX. 1873. p. 47—61. Taff. III—V.

1. Gattung: Dinophysis.
2. Gattung: Amphidinium.

Subfam. II. **Peridinida**, mihi.

Körperform rundlich oder abgeplattet; die Querfurche etwa an der Mitte des Körpers gelegen; Längsfurche vorhanden oder (wie bei den Ceratien) durch einen breiteren Ausschnitt vertreten. Membran vorhanden.

1. Gattung: Protoperidinium.
2. Gattung: Peridinium.
3. Gattung: Protoceratium.
4. Gattung: Ceratium.
5. Gattung: Diplopsalis.
6. Gattung: Glenodinium.

Subfam. III. **Gymnodinida**, mihi.

Die Körperform rundlich oder abgeplattet. Die Membran fehlt vollständig. Ein oder mehrere Querfurchen so wie eine Längsfurche vorhanden.

1. Gattung: Gymnodinium.
2. Gattung: Hemidinium.
3. Gattung: Polykrikos.

Die hier aufgestellten Haupt- und Unterfamilien sind, wie ich glaube, vollkommen natürliche Gruppen. Es ist nun nicht schwierig zu entscheiden, welche der beiden Hauptfamilien (Adinida — Dinifera) die meist primitive und ursprüngliche Stufe repräsentire. Die Adiniden haben die Cilien noch nicht in einer Querfurche geordnet; sie zeigen noch die primäre Lage des Flagellum, wie es bei den Flagellaten der Fall ist (am vorderen Körperpole) und haben auch die hohe zusammengedrückte Körperform mit vielen Thecoflagellaten gemein[1]. Die Diniferen haben dagegen eine weit mehr vorgeschrittene

[1] Besonders scheint mir eine Flagellatenform derselben sehr nahe zu stehen, welche ich sehr oft mit ihm zusammen bei Strib gefunden habe, die ich jedoch nach den bekanntesten Flagellatenwerken nicht genau bestimmen konnte. Sie steht der Cryptomonas lima Ehrbg. am nächsten (vgl. Ehrenberg, Die das Funkeln etc. bewirkenden unsichtbar kleinen Lebensformen. Festschrift zur Feier der Gesellsch. naturf. Freunde zu Berlin, 1873. Fig. 25). Sie hat fast ganz dieselbe stark zusammengedrückte Körperform, ist nur nach hinten nicht zugespitzt, sondern abgerundet. Der Stachel und die Leiste, so wie (natürlich) die kleineren Wimpern fehlen (es ist eine echte Thecoflagellate). Sie hat nur ein Flagellum; sie enthält Chlorophyll, Diatomin und Stärke; wie man sieht, ist die Übereinstimmung sehr groß. Sie ist nicht bilateral-asymmetrisch, sondern ein zweistrahliger Organismus. Solche Formen müssen wohl aus monaxonen Thecomonadinen (z. B. Chlamydomonaden) abgeleitet werden.

Organisation: sie haben die Cilien in einer besonderen Querfurche gesammelt, was als eine höhere Differenzirung anzusehen ist; das Flagellum ist ferner aus seiner ursprünglichen Lage gerückt und findet sich bei allen diesen Formen mehr nach hinten gelegen.

Wir können es daher als wahrscheinlich annehmen, dass die Diniferen durch die Adiniden aus den Flagellaten sich (phylogenetisch) entwickelt haben[1].

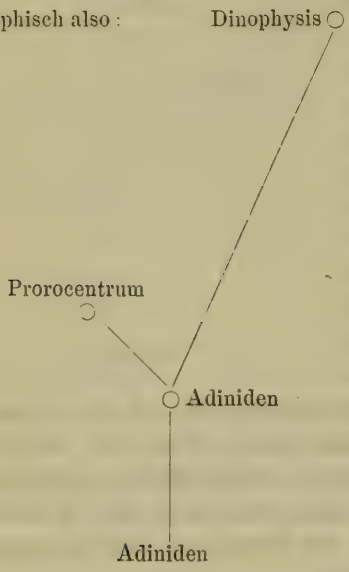
Welche von den Diniferen sind nun die ältesten und lassen sich ungezwungen auf die Grundform des Prorocentrum zurückführen? Es ist diese Frage keine schwierig zu beantwortende. Nur die Dinophyiden und besonders die Gattung Dinophysis lassen sich den Adiniden direct anknüpfen. Dinophysis theilt (im Gegensatz zu den übrigen Cilioflagellaten) mit Prorocentrum die zusammengedrückte Körperform, und der Wimperapparat der Querfurche ist (eben so wie die Cilien bei Prorocentrum) dicht am Vorderende gelegen. Noch finden wir bei den beiden Formen eine homologe Erscheinung, nämlich den Leisten-Stachelapparat des Prorocentrum und einen Theil der hinteren Querfurchenleiste mit dem dritten Stachel der Dinophysis (siehe oben im speciellen Theile). Derselbe ist also auch aus seiner primären Lage gerückt worden und findet sich bei Dinophysis (und mehreren anderen Diniferen) an der Ventralfläche.

Aber hieraus lässt sich eine Theorie von der Genese der Querfurche aufbauen. Wenn wirklich, wie wir annehmen, Prorocentrum die älteste und ursprünglichste der jetztlebenden bekannten Cilioflagellatenformen ist — und hierzu zwingt uns die vergleichende Betrachtung — dann wird der älteste Theil der Querfurche die hintere Leiste derselben gewesen sein. Zu der vorderen treffen wir nämlich beim Prorocentrum gar kein Homologon, während der Anfang der hinteren im Leisten-Stachelapparat reprä-

[1] Prorocentrum nimmt unter den Cilioflagellaten eine ähnliche Stellung ein, wie Amphioxus unter den Vertebraten. Vielleicht sind die Adiniden früher eine reich vertretene Gruppe gewesen, von welcher jetzt nur kümmerliche Reste übrig sind.

sentirt ist. Somit werden sich die Cilien auf den vorderen Rand beschränkt haben, indem sich an der Rücken- und Bauchseite zwischen den zwei Schalenhälften verbindende Skeletstücke entwickelten, wobei ja die Cilien von hier verdrängt wurden. Ursprünglich waren sie demnach ganz nach vorn gelegen, nach hinten von einer Leiste begrenzt; später wurde auch am Vorderrand (vor denselben) Cellulose ausgeschieden, wobei die Cilien zwischen die zwei Leisten gedrängt wurden.

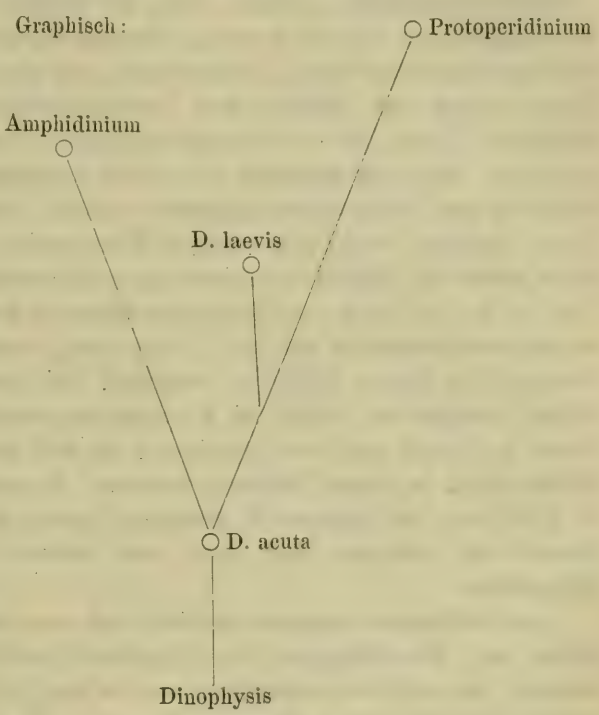
Also die Gattung Dinophysis repräsentirt die älteste und ursprünglichste Form unter den Diniferen. Von dieser Gattung vertreten wieder einige der Arten (D. acuta und D. Michaëlis) einen älteren Zustand, wie die D. laevis. Bei ersteren ragt nämlich die vordere Querfurchenleiste über (vor) den Vorderrand des eigentlichen Körpers hervor; der Körper ist also nur »postdin« (welche leicht verständliche Bezeichnung ich mir hier zu brauchen erlaube), während bei D. laevis ein zwar kleiner, jedoch leicht erkennbarer »prädiner« Theil sich entwickelt hat. Wie man sieht, ist (mit Rücksicht auf Prorocentrum) letzteres ein sekundärer Zustand.



Die andere Gattung der Dinophyiden, Amphidinium, welche ich leider nicht aus Autopsie kenne, scheint nach den vorliegenden Daten als ein Seitenzweig von Dinophysis aus entstanden zu sein. Das Flagellum wurde hier noch mehr nach hinten gerückt, und die Längsfurche mit ihren Leisten und Stacheln wurde in ein kleines mit der Querfurche in keiner Verbindung stehendes Loch reducirt. Aber die zusammengedrückte Körperform blieb bei diesem bestehen, und die Querfurche liegt noch dicht am Vorderende.

Anders bei den übrigen Descendenten der Dinophysis, den Peridiniden und Gymnodiniden, bei welchen die Körperform in eine mehr rundlich abgeplattete verändert und die Querfurche nach hinten verschoben wurde. Können wir nun diese Formen mit der Gattung

Dinophysis verknüpfen: existiren mit anderen Worten Formen, welche einen Übergang von dieser zu jenen vermitteln können? Wir können diese Frage bejahend beantworten. Die Gattung Protoperidinium repräsentirt die gemeinsame Stammform der sämmtlichen Peridiniden und Gymnodiniden.



Wir können diesen Schluss mit großer Wahrscheinlichkeit aus folgenden Gründen ziehen. Nur bei dieser Gattung (innerhalb der Peridiniden und Gymnodiniden) finden wir den ganzen Apparat von Leisten und Stacheln der Dinophysis wesentlich unverändert; nur sind die Leisten weiter von einander entfernt, und die zwei Stacheln der linken Seite sind einander viel näher gerückt, welche beiden Umstände mit der veränderten Körperform in Verbindung gesetzt werden können (vgl. oben im speciellen Theile). Bei den übrigen Peridiniden sind immer gewisse Theile dieses Apparates reducirt. — Auch die Körperform, obgleich von derjenigen der Dinophysis sehr verschieden, steht dieser doch näher wie die der übrigen Peridiniden; bei diesen ist sie nämlich gewöhnlich abgeplattet, beim Protoperidinium ist sie dagegen kreisrund, und zwischen der zusammengedrückten und der abgeplatteten Form liegt ja eben die kreisrunde. Die Querfurche ist bei dieser Form (wie bei den übrigen Peridiniden) schon an die Mitte des Körpers verlegt. Aus allen diesen Eigenschaften scheint mir hervorzugehen, dass die Gattung Protoperidinium als die ursprünglichste Peridinide anzusehen ist und den Dinophyiden beträchtlich näher zu stehen wie die übrigen. Wie aber schon im »System« (siehe oben)

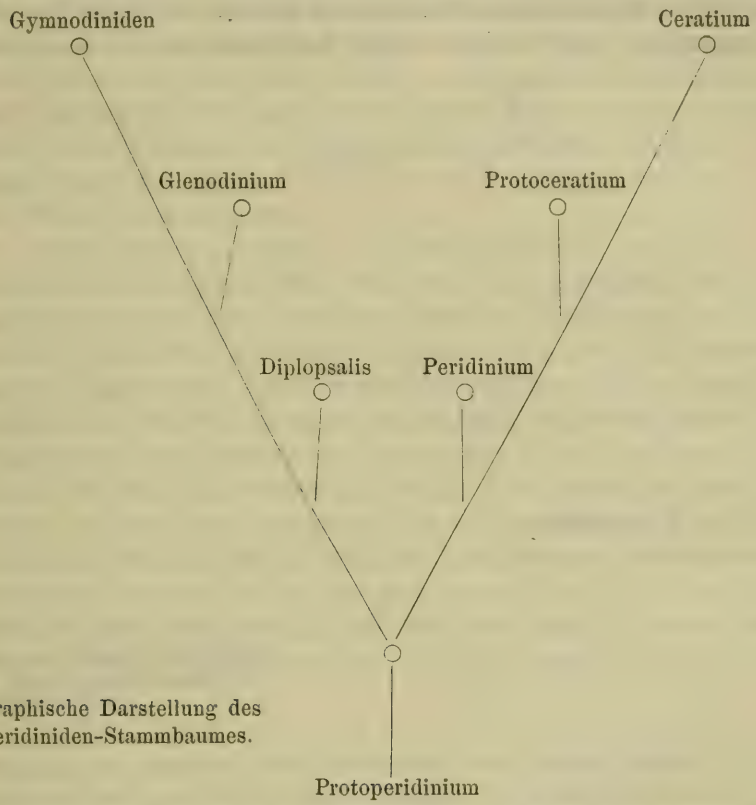
ausgedrückt wurde, muss sie doch zu den Peridiniden gestellt werden, was sich auch darin kund giebt, dass die Membran aus Tafeln zusammengesetzt ist.

Vom Protoperidinium aus scheint die Entwicklung in zwei Richtungen vor sich gegangen zu sein, indem nach der einen Seite die (schwach brechenden) Leisten, nach der anderen Seite die Stacheln der Längsfurche reducirt wurden. Ersteres Verhältnis finden wir bei den Gattungen Peridinium, Protoceratium und Ceratium realisirt. Von diesen stehen nun offenbar dem Protoperidinium am nächsten die Peridinien, indem sie etwa dieselbe Körperform (nur etwas mehr abgeplattet), dann die Stacheln sehr stark entwickelt und endlich die Membran aus Tafeln zusammengesetzt haben. Von den beiden Arten dieser Gattung, welche in unserer Monographie behandelt wurden, kann keine die absolut primitivste genannt werden. Bei P. tabulatum ist die Reduction des Begrenzungsapparats der Längsfurche nicht so weit vorgeschritten wie bei P. divergens, indem Reste aller drei Stacheln bei jenem bestehen, während bei diesem das eine (der linken) reducirt ist; aber bei P. divergens streckt sich die Längsfurche gar nicht nach vorn, während sie sich bei P. tabulatum ein kurzes Stück in dieser Richtung fortsetzt. In ersterer Beziehung ist P. tabulatum, in letzterer P. divergens entschieden primitiver. Die Hörner des letzteren sind auch eine weitere Differenzirung der Körperform.

An Peridinium tabulatum schließt sich nun die Gattung Protoceratium an. Die »Stacheln« der Längsfurche wurden hier noch mehr reducirt, sie sind weit schwächer wie bei den Peridinien; die Längsfurche erstreckt sich noch etwas länger nach vorn; an derselben findet sich jedoch noch eine feine Lamelle der Membran, nur an der ganz schmalen Flagellumspalte liegt (eben so wie beim Protoperidinium und Peridinium) das Protoplasma entblößt. Die Tafeln der Membran sind ganz mit einander verschmolzen, wobei zugleich die netzförmig angeordneten Oberflächenleisten sich stärker entwickelten.

Als das Endglied dieses Zweiges ist die Gattung Ceratium anzusehen. Der Körper ist hier immer in Hörner ausgezogen, welche nur Analoga, nicht Homologa (wie Claparède und Lachmann glaubten) derjenigen des Perid. divergens darstellen; sie sind offenbar ganz unabhängig von einander entstandene Gebilde. Die Längsfurche (oder wie ich sie hier nannte: der ventrale Ausschnitt) ist hier von der Membran befreit: das Protoplasma liegt ganz entblößt. Sie erstreckt sich ein beträchtliches Stück sowohl vor wie hinter der Quer-

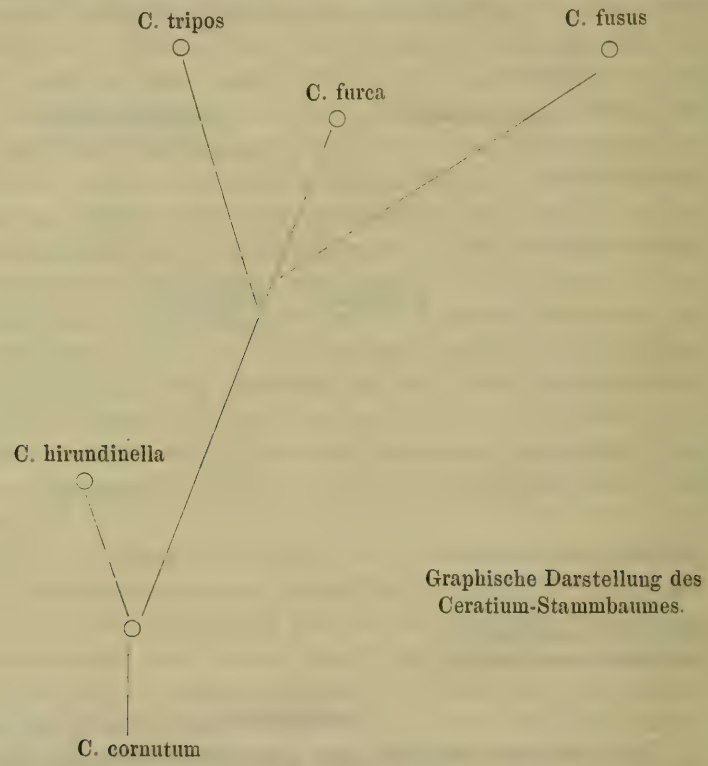
furche. Die getäfelte Struktur fiel auch hier weg; die Stacheln der Längsfurche sind völlig reducirt. Somit ist die Rückbildung des beim Protoperidinium sich findenden Begrenzungsapparates der Längsfurche bei den Ceratien so weit vorgeschritten, wie wohl überhaupt möglich wäre.



Graphische Darstellung des Peridiniden-Stammbaumes.

Die Stammesentwicklung der einzelnen »Arten« der Gattung Ceratium liegt ungewöhnlich klar. Dieselben scheiden sich, wie oben gezeigt wurde, in zwei Gruppen: C. cornutum und C. hirundinella mit netzförmig angeordneten, erhabenen Oberflächenleisten und ohne Poren der Membran einerseits, und andererseits C. furca, C. tripos und C. fusus mit mehr unregelmäßig angeordneten Oberflächenleisten und Poren der Membran. Offenbar lässt sich nur die erste dieser Gruppen mit den anderen Formen, besonders mit dem Protoceratium direkt verknüpfen, die zweite nicht. Was auch hierfür spricht, ist der Umstand, dass der ventrale Ausschnitt bei C. cornutum verhältnismäßig schmäler ist als z. B. bei C. furca.

Nach der hier vorgetragenen Auffassung stellt C. cornûtum die centrale (älteste) Ceratiumform dar. Von derselben ist dann die Entwicklung in zwei Richtungen divergirend ausgegangen. Einerseits entstand das ihm nahe verwandte C. hirundinella, indem die Hörner schlanker wurden, und sich ein drittes (hinteres) Horn ganz links entwickelte. Andererseits entwickelte sich aus ihm die ganze andere Formengruppe, von welcher solche Varietäten von C. furca wie



Graphische Darstellung des Ceratium-Stammbaumes.

Fig. 13—14 den Ausgangspunkt darstellen, während ihre Endglieder durch Formen wie C. tripos var. macroceros und C. fusus repräsentirt werden. Es ist sehr leicht, sich aus den Fig. 13—32 einen Stammbaum dieser ganzen Gruppe zu konstruiren; wir geben hier nur die allergröbsten Grundzüge einer solchen in graphischer Form.

Noch dürfte hier auf einen wichtigen Punkt in der Naturgeschichte der Ceratien aufmerksam gemacht werden. Es stellt diese Gattung eine in der reichsten Formenentwicklung begriffene Gruppe dar. Es wurde oben gezeigt, dass sich eine Grenze zwischen C. furca und C. tripos gar nicht ziehen ließe, und dass auch bei C. fusus und

C. cornutum eine großartige Variabilität in der Entwicklung der Hörner herrsche, was nur daraus erklärt werden konnte, dass sich einige dieser Varietäten weniger von der Stammform entfernt haben wie andere. So muss nothwendigerweise eine Form wie Fig. 28 in der Stammesgeschichte des C. fusus einer wie Fig. 30 vorausgegangen sein. Fast alle Ceratien sind »schlechte Arten« im Sinne der alten Schule, d. h. es existirt eine Menge von connexiven und transitorischen Varietäten, und es eignet sich also diese Cilioflagellatengattung in vorzüglicher Weise dazu, einen kleinen Beitrag zur »analytischen Lösung des Problems von der Entstehung der Arten« zu liefern, wie diese durch die glänzenden Leistungen HAECKEL's[1] für die Kalkschwämme versucht wurde.

Der zweite Ast, welcher vom Protoperidinium aus seinen Ursprung genommen hat, wird durch die Gattungen Diplopsalis, Glenodinium, Gymnodinium (wahrscheinlich auch Hemidinium) und Polykrikos dargestellt. Als die älteste dieser stellt sich die Diplopsalis heraus. Diese Form hat noch die Membran aus Tafeln zusammengesetzt, so wie die (schwach brechenden) Begrenzungsleisten der Längsfurche sehr hervortretend; die Stacheln sind vollständig verschwunden und die netzförmige Struktur der Tafeln ist fast verwischt. — An diese schließt sich dann die Gattung Glenodinium (siehe das oben stehende Schema des Stammbaumes), bei welcher die Tafeln mit einander völlig verschmolzen sind, und die netzförmige Struktur ganz verschwunden ist. Wie sich aber die beiden Glenodiniumarten zu einander verhalten, lässt sich jedenfalls zur Zeit nicht entscheiden.

Bis jetzt hatten wir es nur mit den membrantragenden Formen zu thun, wo uns die Skeletverhältnisse als Lichtträger für die phylogenetische Untersuchung dienen konnten. Wie wenig Bedeutung für die Bestimmung der Homologien und der Verwandtschaftsbeziehungen das Protoplasma der Membran gegenüber hat, ist leicht zu ersehen. Innerhalb derselben Gattung enthält es bei einer Art Chlorophyll, Diatomin und Stärke (Dinophysis acuta, Protoperidinium Michaëlis, Perid. tabulatum), während es bei anderen Arten (Dinophysis laevis, Protoperid. pellucidum, Perid. divergens) dieser Stoffe gänzlich entbehrt, statt derselben aber eine große Blase besitzt, womit diese Organismen wahrscheinlich Meerwasser (und vielleicht gelöste Nähr-

[1] ERNST HAECKEL, Die Kalkschwämme. Eine Monographie. Bd. I—III. Berlin 1872.

stoffe) aufnehmen. Diese Verhältnisse können als Artunterschiede benutzt werden, und sind für die Bestimmung der physiologischen Eigenschaften (Ernährung, Stoffwechsel) offenbar von der größten Bedeutung; in morphologischer Beziehung sind sie aber ziemlich werthlos. Wie z. B. die erwähnte Blase bei zwei verschiedenen dieser Arten aufzufassen ist, ob als Homologon oder als Analogon, lässt sich nicht entscheiden; es wäre übrigens sehr leicht denkbar, dass sie bei den verschiedenen Formen einen polyphyletischen Ursprung habe, dass also mehrere dieser Formen die Blase in Anpassung an eine neue (saprophytische?) Ernährungsweise unabhängig von einander erworben hätten. Denn die Kohlensäure-Assimilation des Chlorophyll ist dieser gegenüber wohl als ursprünglicher anzusehen. — Aber dieses liegt ganz im Bereiche der Unsicherheit.

Aus den eben erörterten Gründen liegt die Phylogenie der nackten Formen, der Gattungen Gymnodinium, Hemidinium und Polykrikos nicht so klar wie die der membrantragenden[1]. Doch lässt sich hier sagen, dass die eigentliche Gattung Gymnodinium die ursprünglichste Stufe repräsentirt, indem sie diese Formen mit den übrigen verknüpft. Am wahrscheinlichsten scheint mir die Ableitung derselben vom Glenodinium, bei welcher Gattung die Membran am meisten reducirt zu sein scheint. — Die einfachste der vier bekannten Gymnodinienarten scheint das G. pulvisculus zu sein; jedenfalls sind die beiden von mir entdeckten Formen viel weiter differenzirt.

Die Gattung Hemidinium, welche ich leider nicht aus Autopsie kenne, scheint nach der Beschreibung Stein's eine Gymnodinide mit theilweise reducirter Querfurche zu sein, wäre also wohl aus Gymnodinium abzuleiten[2].

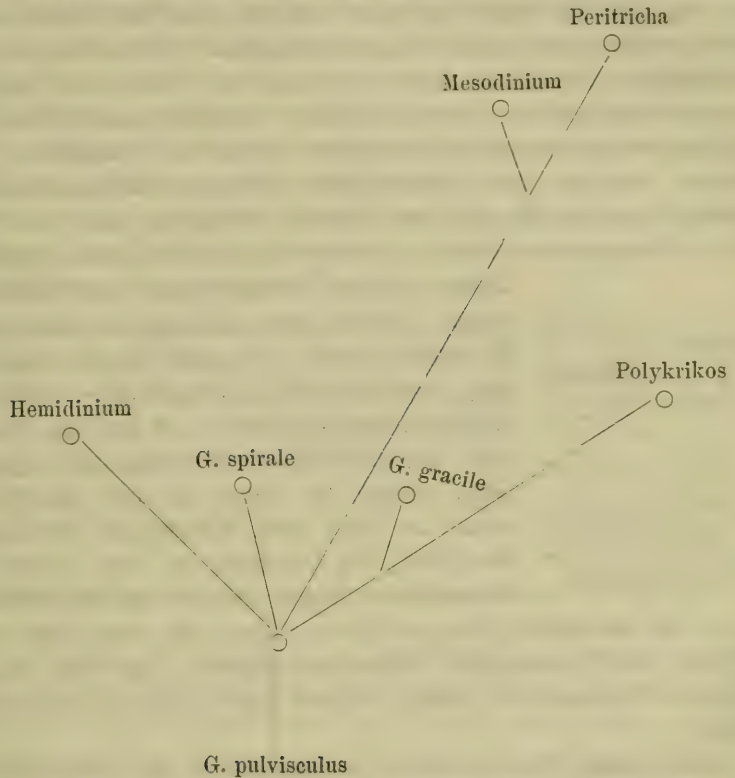
Wir haben somit nur die Gattung Polykrikos übrig, deren Zu-

---

[1] A priori würde man vielleicht geneigt sein, diese nackten Formen als die ältesten und ursprünglichsten zu betrachten. Dass jedoch sehr oft nackte Formen aus schalentragenden entstanden sind, darauf haben wir in der Naturgeschichte der Mollusken zahlreiche Beispiele. — Und es wäre ja sehr leicht denkbar, dass gewisse Cilioflagellaten unter Umständen gelebt hätten, wo die Kohlensäure-Assimilation für die Ernährung zu gering war, wo also auch nur geringe Mengen von Stärke gebildet wurden, so dass nicht hinlängliche Mengen von Cellulose ausgeschieden werden konnten, und dass sich diese Formen desswegen an eine animalische Ernährungsweise angepasst hätten.

[2] Stein hebt als Charakteristikum dieser Form (den Gymnodinien gegenüber hervor, dass sie eine »resistentere Rindenschicht« besitze; sollten aber die Süßwassergymnodinien keine Differenzirung in Exo- und Endoplasma zeigen?? — Wie gewöhnlich sind keine chemischen Reaktionen angestellt worden

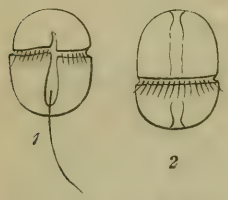
gehörigkeit zu den Gymnodiniden nicht bezweifelt werden kann. Wie dieser Organismus morphologisch zu deuten ist, ist zur Zeit sehr schwer bestimmbar. Er besitzt acht Querfurchen und vier (größere) Kerne, wahrscheinlich entspricht er daher nicht einem einzelnen,



sondern mehreren Gymnodinien-Individuen. Man könnte sich somit seine Entstehung so denken, dass die Quertheilung eines Gymnodinium nicht vollendet wurde, dass sich die neuen Individuen nicht von einander trennten, sondern in organischem Zusammenhang blieben, und dass sich dieser Vorgang abermals wiederholte, aber nach dieser Erklärung sollte man nicht acht, sondern vier Querfurchen erwarten, welcher Punkt allerdings dunkel bleibt. Sollten denn die vier derselben nur Neubildungen darstellen? Jedenfalls ist aber Polykrikos als eine Gymnodinienkolonie anzusehen. Von den Arten letztgenannter Gattung steht es dem G. gracile am nächsten (vgl. das obenstehende Stammbaum-Schema).

Bei einer Art der Gattung Gymnodinium haben wir eine echte Myophanschicht nachgewiesen: beim Polykrikos fanden sich Nessel-

kapseln, welche beide Differenzirungen unter den Protisten mit Sicherheit nur bei den Ciliaten nachgewiesen sind. Bei der einen großen Abtheilung dieser, den Peritrichen, findet sich bekanntlich ein Wimperkranz, ganz ähnlich demjenigen der Cilioflagellaten, daher stellt sich ganz natürlich die Frage: ist dieser eine für jene und diese Formen homologe oder nur analoge Eigenthümlichkeit? Betrachten wir die Ähnlichkeiten und Unterschiede zwischen den Peritrichen und den nackten Cilioflagellaten (Gymnodiniden). Letztere unterscheiden sich von den ersteren besonders durch den Besitz des Flagellum, dann dadurch, dass sie kein Cytostom oder Cytopyge differenzirt haben: außerdem weichen sie von den meisten Peritrichen darin ab, dass sie den Wimperkranz etwa an der Mitte des Körpers haben, während dieser bei den letztgenannten gewöhnlich in keiner Furche steht und sich an dem einen Körperpole findet. Nun giebt es aber eine Gattung, welche theils Cilioflagellaten-, theils Peritrichencharaktere besitzt: es hat kein Flagellum, aber ein deutliches Cytostom und Cytopyge, dann stehen die Cilien in einer Querfurche, nicht an dem einen Körperpole, sondern in der Nähe des Äquators, so dass jedoch der Hinterkörper länger ist als der Vorderkörper. Es ist dies die Gattung Mesodinium Stein[1]. Mit dieser Form stimmen also die Gymnodinien vollkommen überein, nur dass sie das Flagellum besitzen und kein Cytostom oder Cytopyge differenzirt haben.



Schema eines Gymodinium (*1*) und eines Mesodinium (*2*); letzteres nach Stein's Beschreibung konstruirt.

Nach unserer Theorie würde nun Mesodinium eine uralte Ciliatenform darstellen. Denken wir uns nämlich, dass der Wimperkranz der Peritrichen ein von den Cilioflagellaten vererbtes Organ sei, wird offenbar die Gattung Mesodinium die allerursprünglichsten Verhältnisse

[1] Diese Form kenne ich leider nicht aus Autopsie. Die kurze Beschreibung Stein's lautet: »Sie wird von einem sehr kleinen, in sumpfigen Gewässern nicht seltenen peritrichen Infusionsthiere gebildet, dessen ganz nackter Körper durch eine etwas vor der Mitte gelegene Einschnürung in ein kleines kopfartiges und ein größeres hinterleibartiges Segment getheilt ist. In der ringförmigen Einschnürung stehen sehr lange, griffelartige Wimpern, mittels deren das Thier eben so geschickt spinnenartig kriechen wie auch sich weithin fortschnellen kann. Der Mund liegt am vorderen Ende des Kopfes, der After am hinteren Körperende.« Vgl. Amtl. Bericht üb. die 37. Versamml. deutscher Naturforscher und Ärzte in Karlsbad. (September 1862) 1863 pag. 162.

(bei den Peritrichen repräsentiren. Sind nun Cytostom und Cytopyge vollständige Neubildungen; können wir bei den Cilioflagellaten gar keine entsprechenden Gebilde nachweisen? Dass wir sie bei den membrantragenden in rein vegetabilischer oder saprophytischer (?) Weise sich ernährenden) Formen nicht erwarten können, ist klar. Bei den Gymnodinien wäre das eine (hintere) Ende der Längsfurche als Homologon des Cytostoms zu deuten. Denken wir uns nämlich, dass bei einem Gymnodinium die Protoplasmawülste der Längsfurche sich ganz zusammenschließen mit Ausnahme des Hinterendes und zugleich das Flagellum sich reducire, so haben wir ein Mesodinium vor uns. Somit würde nach unserer Theorie der orale (vordere) Pol bei den Flagellaten dem aboralen (hinteren) der Ciliaten entsprechen und umgekehrt[1].

Selbstverständlich ist die hier vorgetragene Auffassung ganz hypothetisch. Ich habe dieselbe nur mitgetheilt, weil sie jedenfalls besser begründet ist, als irgend welche frühere Theorie der Infusorienphylogenie es ist. Bei dem jetzigen Stande unserer Kenntnisse können nur die Peritrichen als die ältesten Ciliaten angesehen werden, indem sich nur diese ungezwungen aus anderen Formen ableiten lassen.

Resultate der phylogenetischen Untersuchungen.

Der Stamm der Cilioflagellaten entwickelte sich aus zweistrahlig gebauten Thecoflagellaten von zusammengedrückter Körperform. Die ältesten Formen derselben waren die Adiniden, von welchen nur eine jetzt lebende Gattung (Prorocentrum) bekannt ist. Sie erwarben sich kleinere Wimpern und eine bilateral asymmetrische Körperform. Erst später wurde der Flimmerapparat zuerst nach hinten und dann nach vorn von Leisten der Membran begrenzt, wobei sich also eine Querfurche bildete (Diniferen), welche ursprünglich am Vorderrand gelegen war (Dinophysis, Amphidinium); zugleich wurde das Flagellum aus seiner primären Lage nach hinten gerückt, wobei sich eine Längsfurche bildete, ursprünglich von einem komplicirten Apparat von Leisten und Stacheln begrenzt. Noch später wurde die Körperform rundlich, die Querfurche verschob sich nach hinten, und die Membran gliederte sich in Tafeln, während noch der Längsfurchenapparat voll-

[1] Hiermit stimmt auch die oben erwähnte Beobachtung, dass bei Gymnod. spirale die Defäcation aus dem »Vorderende« stattfindet.

ständig erhalten blieb (Protoperidinium). Von hier aus ging nun die Entwicklung in zwei Richtungen, indem einerseits die Leisten (Peridinium, Protoceratium, Ceratium), andererseits die Stacheln der Längsfurche (Diplopsalis, Glenodinium) reducirt wurden und schließlich die Tafeln mit einander verschmolzen. Die höchste Abtheilung stellen die Gymnodiniden dar, bei welcher Unterfamilie die Membran ganz rückgebildet wurde, sich aber zahlreiche Differenzirungen des Protoplasma entwickelten. Schließlich entstanden aus ihnen Formen, bei welchen das Flagellum reducirt wurde, bei denen aber ein Cytostom und Cytopyge sich differenzirte, um somit den Peritrichen, den ältesten Ciliaten, Ursprung zu geben (Mesodinium).

Hiermit stehe ich am Ende meiner Aufgabe. — Es ist meine Hoffnung, dass die Grundlagen der oben dargelegten Theorie bald geprüft werden. Persönlich bin ich geneigt dieser einen größeren Werth wie den einzelnen neu aufgefundenen Thatsachen beizumessen. Thatsachen zu sammeln ohne dieselben zu verknüpfen zu suchen. neue Formen zu beschreiben ohne ihre Verwandtschaftsbeziehungen zu anderen zu erörtern, »vergleichende Anatomie ohne Vergleichung« zu treiben, heißt nur Werk des Dilettantismus und der rohen Empirie. Es muss darum die Gewinnung eines Verständnisses der Thatsachen die Hauptaufgabe sein.

Erklärung der Abbildungen.

Tafel XII—XVI.

Die vorliegenden Untersuchungen wurden mittels eines Zeiss'schen Mikroskops, Obj. A, D, F, I, Oc. 1, 2, 3, 4 ausgeführt. Die Umrisse der meisten Zeichnungen wurden mittels der Camera clara gemacht; nur die Fig. 51, 68—72 wurden freier Hand gezeichnet. Die Fig. 11 u. 12, 68—72 sind bez. des Flimmerapparats der Querfurchen etwas schematisch.

Fig. 1. Ceratium furca, die Membran von der Bauchseite gesehen. F. Oc. 1.
Fig. 2. Dieselbe, von oben gesehen. F. Oc. 1.
Fig. 3. Dieselbe, schief von rechts und unten gesehen. F. Oc. 1.
Fig. 4. Ceratium tripos, Membran von unten gesehen. F. Oc. 1.

Fig. 5. Dieselbe, von oben. F. Oc. 1.
Fig. 6. Querschnitt durch dasselbe, von hinten gesehen. F. Oc. 2.
Fig. 7. Ceratium fusus, von unten. F. Oc. 1.
Fig. 8. Dasselbe, von oben. F. Oc. 1.
Fig. 9. Ceratium cornutum, von oben. F. Oc. 1.
Fig. 10. Dasselbe von der Ventralseite. F. Oc. 1.
Fig. 11. Dasselbe nach Abwerfen der Hälfte der Membran, von oben. F. Oc. 1.
Fig. 12. Ceratium hirundinella in demselben Zustand. F. Oc. 1.
Fig. 13—20. Varietäten von Ceratium furca. D. Oc. 2.
Fig. 21—27. Varietäten von C. tripos. D. Oc. 2.
Fig. 28—32. Varietäten des C. fusus. Fig. 28—30 bei F. Oc. 2 gezeichnet. Die Poren sind in Fig. 28 und 30 weggelassen. Fig. 31 u. 32 bei D. Oc. 1 gezeichnet.
Fig. 33—35. Varietäten des C. cornutum. D. Oc. 1.
Fig. 36. Protoceratium aceros, von unten gesehen. F. Oc. 1.
Fig. 37. Peridinium tabulatum, von unten. F. Oc. 1.
Fig. 38. Dasselbe, nach vollendeter Theilung innerhalb der alten Membran. F. Oc. 1.
Fig. 39. P. divergens, von unten. F. Oc. 1.
Fig. 40. Dasselbe, von oben. F. Oc. 1.
Fig. 41—45. Varietäten desselben (vgl. den Text). D. Oc. 1.
Fig. 46. Protoperidinium pellucidum, von unten. F. Oc. 1.
Fig. 47. Dasselbe von oben. F. Oc. 1.
Fig. 48. Idealer Querschnitt durch dasselbe. F. Oc. 1.
Fig. 49. Dinophysis acuta, von rechts. F. Oc. 1.
Fig. 50. Dieselbe, von links. F. Oc. 1.
Fig. 51. Schematischer Querschnitt durch dieselbe.
Fig. 52. Dieselbe von oben. F. Oc. 2.
Fig. 53. D. Michaëlis, von unten. F. Oc. 2. *h*, hintere Querfurchenleiste; *1*, *2*, *3*, die Stacheln der »Handhabe«.
Fig. 54. Dieselbe, von oben. F. Oc. 1.
Fig. 55. D. laevis, von links gesehen. F. Oc. 1. *fl*, Flagellum.
Fig. 56. Prorocentrum micans, von rechts. F. Oc. 1.
Fig. 57. Vorderende desselben, von links. F. Oc. 2.
Fig. 58. Dasselbe, von oben. F. Oc. 1.
Fig. 59. Aus einander gefallene Schalenhälften eines todten Individuum desselben. D. Oc. 1.
Fig. 60. Diplopsalis lenticula, von unten. F. Oc. 1. *v*, helle Blase.
Fig. 61. Dieselbe, von rechts. F. Oc. 1.
Fig. 62. Dieselbe im optischen Querschnitt, von hinten. F. Oc. 1.
Fig. 63. Glenodinium Warmingii, von unten. F. Oc. 1.
Fig. 64. Dasselbe, von vorn (im opt. Querschnitt). F. Oc. 1.
Fig. 65. Glenodinium cinctum. Membran, von oben. F. Oc. 1.
Fig. 66. Dasselbe, encystirt vor der Quertheilung. D. Oc. 1.

Fig. 67. Dasselbe, nach der Theilung in der Cyste. D. Oc. 1.
Fig. 68. Gymnodinium gracile, von unten. F. Oc. 1. *n*, Kern.
Fig. 69. Dasselbe, von oben. F. Oc. 1. *n*, Kern. *m*, gefressene Monade.
Fig. 70. Gymnod. spirale, von unten. F. Oc. 1.
Fig. 71. Dasselbe, von oben. F. O. 1.
Fig. 72. Polykrikos auricularia, von unten. D. Oc. 2. *a* im optischen Querschnitt.
Fig. 73. Nesselkapseln desselben in verschiedenen Entwicklungsstadien (*a*, *b*, *c*). F. Oc. 2.

Fig 2

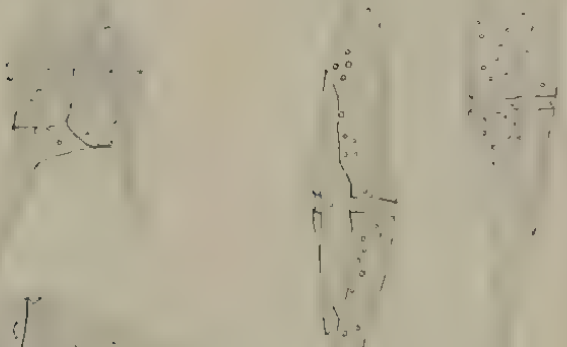


Fig 3

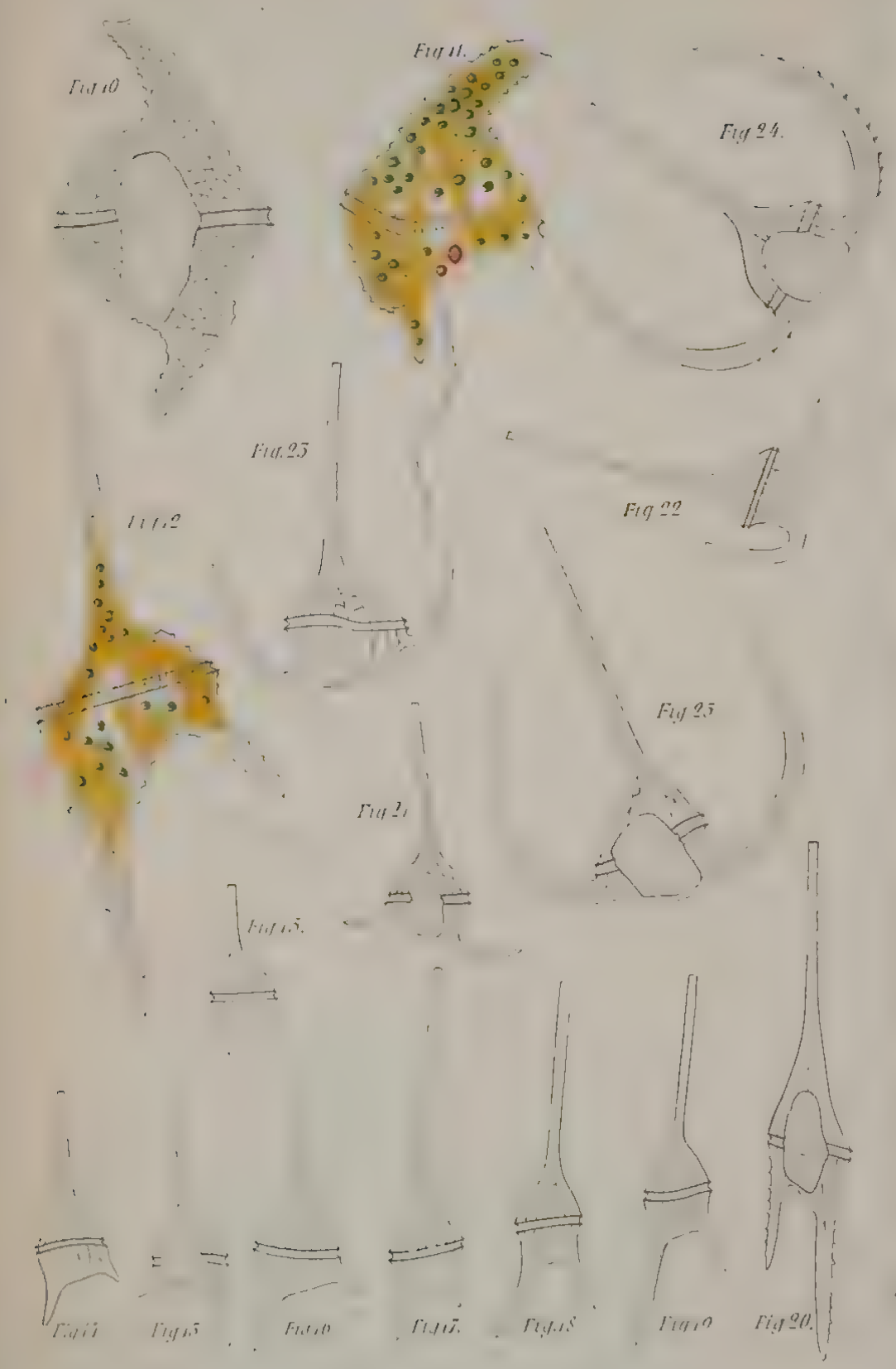
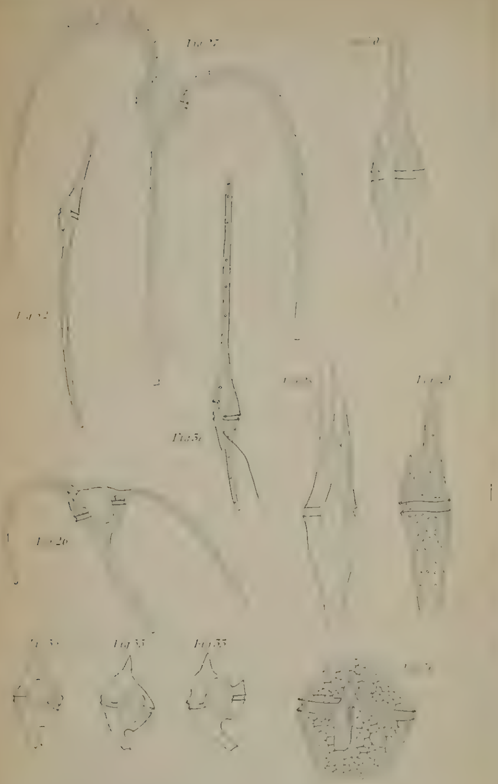
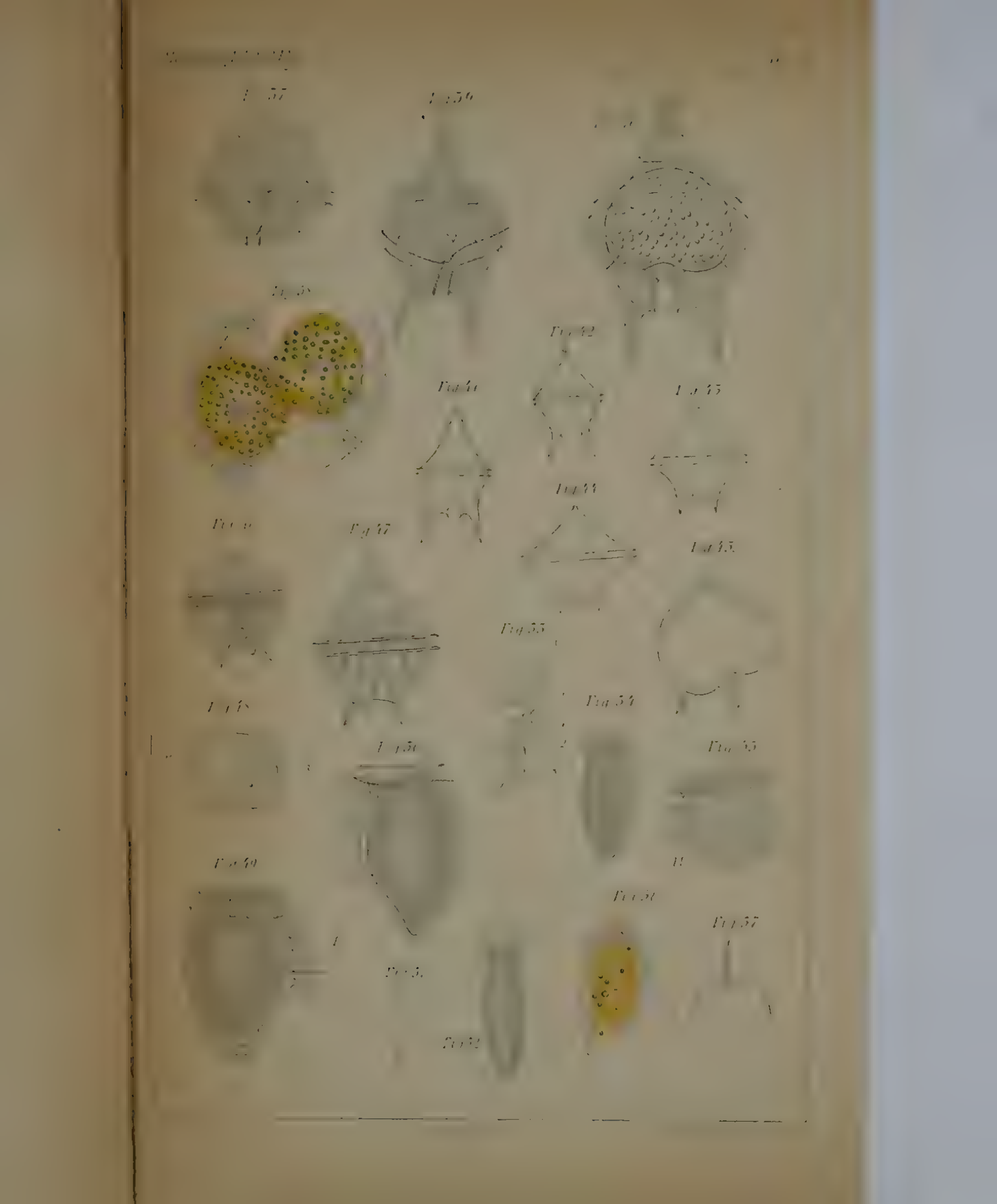


Fig 10
Fig 11.
Fig 24.
Fig 23
Fig 22
Fig 12
Fig 25
Fig 21
Fig 15.
Fig 17
Fig 15
Fig 16
Fig 17.
Fig 18
Fig 19
Fig 20.





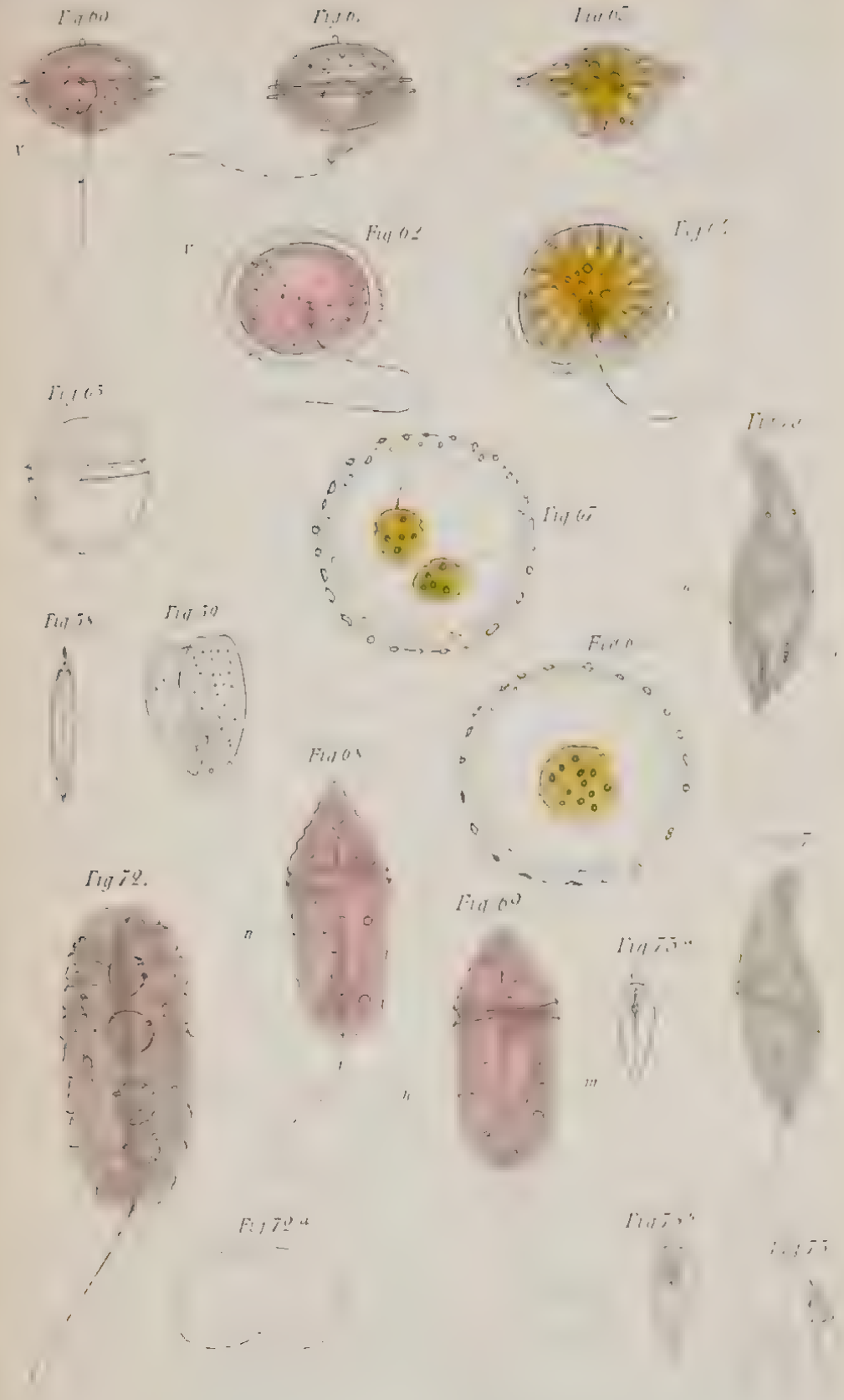


Fig 60
Fig 61
Fig 62
Fig 63
Fig 64
Fig 65
Fig 66
Fig 67
Fig 68
Fig 69
Fig 70
Fig 71
Fig 72.
Fig 72 a
Fig 73
Fig 73 a
Fig 73 b
Fig 74
Fig 75
Fig 75 a
Fig 75 b
Fig 76
Fig 77
Fig 78
Fig 79
Fig 80
Fig 81
Fig 82
Fig 83
Fig 84
Fig 85
Fig 86
Fig 87
Fig 88
Fig 89
Fig 90
Fig 91
Fig 92
Fig 93
Fig 94
Fig 95
Fig

Über den feineren Bau der bei der Zelltheilung auftretenden fadenförmigen Differenzirungen des Zellkerns.

Ein Beitrag zur Lehre vom Bau des Zellkerns.

Von

Dr. med. Wilhelm Pfitzner,
Assistent am anatomischen Institut zu Heidelberg.

Mit zwei Holzschnitten.

Vor einigen Monaten erhielt ich von SEIBERT & KRAFT in Wetzlar ein von dieser Firma neu angefertigtes »Linsensystem für homogene Immersion« zur Ansicht zugesandt — ein Linsensystem, welches, wie ich hier gleich bemerken will, nicht wenig dazu beigetragen hat, die gute Meinung, die ich schon früher Betreffs der Leistungen des gedachten optischen Instituts hegte, noch mehr zu befestigen — das erwähnte System, mit einer äquivalenten Brennweite von $^1/_{12}''$ engl. und in einer Mischung von Rizinus- und Fenchelöl tauchend, leistet bei dem relativ niedrigen Preis von ℳ 200 das Vorzüglichste und übertrifft die besten Wasser-Immersionen an Lichtstärke und Auflösungsvermögen eben so sehr, wie diese die alten Trockenlinsen, so dass ich dasselbe jedem Histologen aufs beste empfehlen kann. — Bei der Prüfung dieses Systems nun machte ich eine Beobachtung, die mich aufs höchste überraschte und die ich, nachdem ich sie weiter verfolgt und gebührend sichergestellt habe, im Folgenden kurz mittheilen werde, da sie, wie ich glaube, nicht wenig dazu geeignet ist, unsere Kenntnisse vom Bau des Zellkerns und von den bei seiner Theilung sich abspielenden Vorgängen zu fördern, mithin eins der wichtigsten biologischen Probleme seiner Lösung näher zu führen.

Ich fand nämlich bei der Betrachtung der riesigen Kerntheilungs-

figuren der Salamanderlarve, die ich wegen ihrer bekannten ungemeinen Regelmäßigkeit als »Testobjekt« gewählt hatte, hin und wieder solche, deren Fäden nicht, wie sonst beschrieben wird, durchaus homogen und gleichartig waren, sondern, um mich kurz zu fassen, aus lauter einzelnen Körnern zusammengesetzt erschienen. Anfangs glaubte ich es mit irgend einer optischen Täuschung, Interferenzerscheinungen oder dgl., zu thun zu haben, überzeugte mich aber bald durch weiteres Verfolgen dieser auffallenden Erscheinung, besonders bei Anwendung geeigneterer Untersuchungsmethoden, dass alle »Kernfiguren« dieses Verhalten darboten, so weit nicht durch bestimmte physikalische, im einzelnen Falle evident nachweisbare, Ursachen nur die Erkennung desselben erschwert oder unmöglich gemacht wurde. Das Resultat dieser Untersuchungen war für mich die Erkenntnis folgender höchst interessanten Thatsache:

Die einzelnen Fäden der Kernfigur, d. h. der bei der Zell- und Kerntheilung auftretenden fadenförmigen Differenzirung des Zellkerns, oder genauer präcisirt, der chromatischen Fadenfigur (Flemming), werden von einer einfachen (nur in einem Stadium doppelten; s. u.) Reihe von Körnchen gebildet. Vgl. Fig. 1 (stark schematisirt; vgl. pag. 294 unten).

Fig. 1.

Die Objekte, an denen ich diese Beobachtung zuerst gemacht habe, waren derselben Art wie diejenigen, die Flemming bei seinen Untersuchungen über die Zelltheilungsvorgänge benutzt hat: Dauerpräparate von Epidermis, Kiemenepithel, Darmepithel, rothen Blutkörperchen, Bindegewebe, Drüsen, Muskel, Knorpel etc. von der Larve des gefleckten Salamanders sowie vom erwachsenen Thiere: Härtung mit Chrom- oder Pikrinsäure, Färbung mit Hämatoxylin oder Saffranin. Einmal darauf aufmerksam geworden konnte ich auch bald diese Erscheinung unter besonders günstigen Umständen mit Trockenlinsen (Seibert V = Hartnack VII) wieder auffinden.

Die Ursachen, welche diese Erscheinung nur in einzelnen Fällen wahrnehmen ließen, ergaben sich bei genauerer Prüfung als folgende:

Der Brechungsunterschied der Körnchen selbst und der sie trennenden Zwischenräume ist so gering (ich muss es dahingestellt sein lassen, ob dies auf einem nur um ein Geringeres niedrigeren Brechungsindex der Zwischensubstanz oder auf dem geringen Volumen der letzteren beruht), dass er nur wahrgenommen werden kann, wenn folgende Bedingungen erfüllt sind:

a) die Kernfigur muss eine hinreichende Größe haben.

Man möge desshalb unterlassen, diese Beobachtungen an den kleinzelligen Geweben der Geschwülste etc. ausschließlich studiren und nach den daran gemachten Befunden bestätigen oder widerlegen zu wollen. Die hierbei in Betracht kommenden Verhältnisse sind bereits so subtil, dass sie nur an den großen Kernen, wie sie beim Salamander und ähnlichen Thieren vorkommen, mit einiger Sicherheit erforscht werden können. Dagegen werden wir bei anderen Geweben mit kleinen Kernen uns der Hauptsache nach auf Analogieschlüsse, höchstens durch gelegentliche übereinstimmende Befunde unterstützt, verlassen müssen; da ja eine entsprechend stärkere Vergrößerung die Kleinheit des Objekts nie vollkommen kompensirt!

b) die einzelnen Fäden müssen möglichst frei liegen.

Sobald eine größere Menge Zellprotoplasma dieselben bedeckt, ist die betreffende Erscheinung nicht mehr wahrzunehmen. An ein und derselben Kernfigur ist sie häufig nur an den am meisten oberflächlich gelegenen Fäden, weniger deutlich oder gar nicht an den tiefer gelegenen zu sehen; nie aber umgekehrt. Eben so wird sie undeutlich, wenn der Faden über einen nicht ganz durchsichtigen Untergrund hinwegläuft, wenn also unter ihm noch viele Fäden derselben Kernfigur, andere Kerne oder zu viel Zellprotoplasma liegt, also auch, wenn der Schnitt nicht dünn genug war.

c) die Färbung muss rein und scharf sein.

Die von mir befolgte Technik der Saffranin- und Hämatoxylinfärbung habe ich in einer früheren Arbeit (Die Epidermis der Amphibien. Morph. Jahrb. VI. sehr ausführlich beschrieben. Veranlasst durch mehrfache Anfragen, bez. Klagen über mangelhafte Wirkung des Saffranins füge ich hier noch Folgendes hinzu: Nicht Alles, was als Saffranin in den Handel kommt, ist brauchbar; wie mir Herr Prof. Flemming mittheilt, liefert nur eine Fabrik ein für histologische Zwecke geeignetes Präparat. Ich habe ein sehr zuverlässiges aus der Chemikalienhandlung von Friedr. Schäfer, Darmstadt, bezogen. Bei Beobachtung des von mir a. a. O. mitgetheilten Verfahrens und innerhalb der eben daselbst angegebenen Grenzen lässt mich die Färbung nie im Stich. Beim Bereiten der Lösung verfährt man folgendermaßen: 1 Th. Saffranin wird in 100 Th. Alkohol absol. gelöst und der Lösung nach einigen Tagen 200 Th. Aqua dest. zugesetzt. Schwächere oder wässerige Lösung ist für diese Objekte unbrauchbar, während letztere allerdings in anderen Fällen, z. B. bei Pilzen, empfohlen wird. Histologen, welche dieses wegen seiner Leistungen und seiner großen Billigkeit höchst empfehlenswerthe Färbemittel kennen zu lernen wünschen, bin ich gern bereit auf diesbez. Verlangen mit gut färbender Lösung zu versorgen.

Durch die Güte des Herrn Dr. Waldstein hierselbst wurde ich in den Stand gesetzt, das nach Grenacher's Vorschrift bereitete Hämatoxylin zu probiren. In gehöriger Verdünnung giebt dasselbe bei feinen Schnitten prachtvolle Färbungen; für Dauerpräparate ziehe ich es als Kernfärbemittel dem Böhmeschen vor, nur muss man die Schnitte 12—24 Stunden mindestens darin liegen lassen, wobei man allerdings Überfärbung nicht zu befürchten hat.

Die verschiedenen Karminarten liefern keine hinlänglich scharfe Kernfärbung; dagegen erwies sich eine andere Anilinfarbe, »Gentianaviolett«, die ich der Güte des Herrn Prof. Weigert in Leipzig verdanke, in diesem Falle als ebenfalls sehr brauchbar. Im Allgemeinen ziehe ich aber auch diesem Farbstoff das Saffranin vor, da es nicht so viel Licht absorbirt wie jenes.

Indessen waren diese Präparate doch nur in sehr beschränktem Maße zum Studium der erwähnten Erscheinung geeignet und ich musste darauf bedacht sein, eine vollkommenere Methode aufzufinden. Ausgehend von der bei einer anderen Untersuchung gemachten Beobachtung, dass Goldchlorid bei Chromsäurepräparaten[1] alle festen, geformten Bestandtheile der Gewebe schärfer präcisirt und die feinsten Strukturverhältnisse genauer zum Ausdruck bringt, glückte es mir nach mannigfachem Experimentiren auf folgendem Wege zum Ziele zu gelangen:

Von einem Stück Epidermis der Salamanderlarve wurde mit dem Thoma'schen Mikrotom eine größere Anzahl feiner Querschnitte angefertigt, die eine Länge von 4—6 mm und eine Dicke von 5—15 μ besaßen. Nachdem die Schnitte längere Zeit in destillirtem Wasser ausgewaschen waren, um den letzten Rest freier Chromsäure zu entfernen, wurden sie in eine 1% Goldchloridlösung übertragen, die mit einer Spur Salzsäure angesäuert war. Die weitere Behandlung war eine verschiedene:

1) Nachdem sie verschieden lange ($^1/_4$—12 Stunden ohne merklichen Unterschied) in der Goldchloridlösung, gegen die Einwirkung des Lichtes geschützt, gelegen hatten, wurden sie in destillirtes Wasser übertragen und unter Schütteln oder Umrühren mindestens $^1/_2$ Stunde lang ausgewaschen. Dann wurden sie

a) in Wasser, Glycerin oder (nach vorhergehender Behandlung mit Alkohol abs. und Nelkenöl) in Dammarlack[2] untersucht,

b) mit Hämatoxylin oder Saffranin gefärbt und in Dammarlack, die mit Hämatoxylin gefärbten auch in Glycerin, eingebettet.

2) Nachdem sie nur $^1/_4$—$^1/_2$ Stunde in der Goldlösung gelegen, ebenfalls sehr sorgfältig in destillirtem Wasser abgespült und in einer ca. 5%igen Ameisensäurelösung 12—24 Stunden der Einwirkung des Lichts ausgesetzt. Darauf werden sie wieder sehr sorgfältig in destillirtem Wasser ausgewaschen und

---

[1] Bei Präparaten, die in Pikrinsäure gehärtet waren, habe ich durch die Anwendung der folgenden Methode keine brauchbaren Resultate erzielt.

[2] Die Bereitung des Dammarlack habe ich a. a. O. ungenau angegeben; es soll heißen: Resin. Dammar, Ol. Terebinth., Benzin. aa.

a) in (Wasser), Glycerin (oder Dammarlack), oder

b) nach vorhergehender Färbung mit Saffranin[1] in Dammarlack eingebettet.

Die Epidermis wird von der Bauchfläche (wegen der hier fehlenden Pigmentirung) einer großen, wohlgenährten Salamanderlarve aus der Mitte der Larvenzeit genommen. Das Hautstückchen wird zwischen Hollundermark eingeklemmt. Alle anderen Einbettungsmethoden, so weit ich sie versucht habe, haben störende Nebenwirkungen, wenn es auf feinere Strukturverhältnisse ankommt; z. B. durchsetzt die CALBERLA'sche Eiweißmasse, die sonst sehr empfehlenswerth ist, das ganze Präparat mit feinsten, in Saffranin sich intensiv färbenden Körnchen. Aus diesem Grunde konnte ich auch solche Objekte nicht benutzen, von denen man ohne besondere Einbettung keine hinlänglich feinen Schnitte anfertigen kann; sonst würde z. B. der Darm des erwachsenen Salamanders wegen der großen Häufigkeit des Vorkommens und der enormen Größe der Kernfiguren in seinen Drüsen, verbunden mit gänzlicher Abwesenheit von Pigment, sich für diese Untersuchungen besonders geeignet haben.

Außer feinen Durchschnitten kann man auch die Kiemenplatten benutzen, indem man sie in toto nach 1 a behandelt. Bei der Anwendung der Ölimmersion und des ABBE'schen Beleuchtungsapparates sieht man schon an den mit Hämatoxylin gefärbten, in Chrom- oder Pikrinsäure gehärteten, besser noch an den in Chromsäure gehärteten und mit Goldchlorid gefärbten Kiemenplatten die Zusammensetzung der Kernfäden aus Körnchen aufs deutlichste, wenn es gelingt, passend gelagerte Kernfiguren in deren Epithel aufzufinden. Namentlich die später näher zu berücksichtigenden Fälle, in denen der einzelne Faden von einer doppelten Körnchenreihe gebildet wird, kann man am bequemsten an diesen Präparaten studiren. Wer sich daher rasch und ohne große Mühe von der Wahrheit der hier mitgetheilten Beobachtungen überzeugen will, möge, falls ihm an Kerntheilungen reiche Kiemenplatten zur Hand sind, solche nach 1 a behandeln und in Glycerin untersuchen. Leider sind solche Präparate von sehr geringer Dauer; nach einigen Tagen ist das Präparat, auch wenn es im Dunkeln aufbewahrt wurde, durch Undurchsichtbarwerden des Cuticularsaums der oberflächlichen Zellen unbrauchbar geworden.

Die Schnittpräparate dagegen sind von großer Dauer, wenn die nöthigen Vorsichtsmaßregeln beobachtet wurden. Hierzu gehört, dass das jedesmalige Auswaschen mit der größten Sorgfalt vor-

---

[1] Hämatoxylin und Gentianaviolett gaben keine besonders guten Resultate.

genommen werde, damit namentlich kein freies Goldchlorid in dem Präparat zurückbleibt, so wie dass die Präparate nur mit edlen Metallen oder indifferenten Stoffen in Berührung kommen. Im anderen Falle wird metallisches Gold in undurchsichtigen schwarzen Körnchen ausgefällt und dadurch die Brauchbarkeit des Präparats sehr herabgesetzt; man muss sich desshalb zum Übertragen der Schnitte eines Platindrahtes oder eines zu einem feinen Faden ausgezogenen Glasstabes bedienen.

Im Übrigen giebt jede der beschriebenen Methoden instruktive Bilder, die bald in einem bald im anderen Falle sich brauchbarer zeigen und die man daher zweckmäßig alle anwendet. Die unter 1 a angegebene Methode ist die rascheste und bequemste; die Präparate verändern sich, in Glycerin oder Dammarlack aufbewahrt, unter dem Einflusse des Lichtes allmählich etwas, ohne jedoch dadurch minder brauchbar zu werden. Die unter 1 b angegebene nachträgliche Färbung hat dagegen relativ wenig Vortheile. Für die Zusammensetzung der Fäden aus Körnchen liefert die unter 2 a angegebene Methode die überzeugendsten Bilder; wogegen die unter 2 b angegebene die geeignetste zum Studium des sogenannten ruhenden Zustandes des Kernes ist. Zu erwähnen ist noch, dass die sämmtlichen hier angegebenen Methoden sich durch die große Sicherheit und Zuverlässigkeit ihrer Wirkungen auszeichnen.

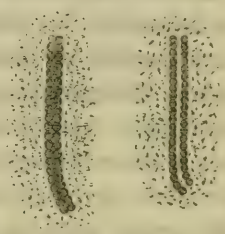
An diesen Präparaten beobachtet man nun Folgendes:

In jedem Stadium der fadenförmigen Differenzirung erscheinen die möglichst wagerecht durch das Gesichtsfeld verlaufenden Strecken der Fäden aus lauter einzelnen Körnchen zusammengesetzt, deren Größe (bis auf die unten näher zu erwähnende Ausnahme) dem Dickendurchmesser des Fadens genau entspricht. Diese Zusammensetzung gewinnt ihren optischen Ausdruck dadurch, dass bei bestimmter Einstellung regelmäßig hellere (stärker lichtbrechende) Partien von der Länge der Fadendicke mit schmalen dunkleren (weniger stark lichtbrechenden), meist nur am Rande deutlich ausgesprochenen Partien abwechseln; auch scheinen bei genauester Untersuchung (Ölimmersion und schärfste centrale Beleuchtung vermittels des Abbe-schen Apparates) nur die Körnchen bei Methode 2 b gefärbt, die Zwischenräume (Zwischensubstanz?) farblos zu sein; doch sind wir hier den Grenzen unseres Wahrnehmungs- und Unterscheidungsvermögens so nahe, dass ich vorläufig wenigstens diesen Punkt unentschieden lassen muss. So wie der Faden nicht mehr ganz wagerecht durchs Gesichtsfeld verläuft, verliert sich diese Segmentirung und der Faden

erscheint homogen. Man erkennt diese Segmentirung schon mit Seibert V = Hartnack VII deutlich, besser noch mit schwachen Immersionssystemen. Gute Beleuchtung ist natürlich vorausgesetzt; ich bediente mich mit großem Vortheil des von Seibert angefertigten Beleuchtungsapparates nach Abbe, der durch denselben ermöglichte Wechsel der Beleuchtung: central, peripher schräge von allen Seiten her — erleichtert die Erkennung derartiger subtiler Strukturen ungemein. Je dicker und je mehr flachausgebreitet, je »sperriger« die Kernfigur ist, desto deutlicher tritt dieses Verhältnis hervor.

Aber an einigen dickstrahligen Fadenfiguren entsprach die Segmentirung nicht der Fadendicke, sondern war bedeutend enger. Ich war sehr überrascht über diesen Befund, den ich mir Anfangs gar nicht zu erklären wusste, bis ich bei genauerer Untersuchung wahrnahm, dass der Faden nicht mehr aus einer einfachen, sondern aus einer doppelten Körnchenreihe gebildet wurde (Fig. 2 *a*). Nachdem ich dann die weiteren Zwischenstufen gefunden (Fig. 2 *b* stellt ein auf 2 *a* folgendes Stadium dar), kam ich zu dem interessanten Resultat, dass der Längsspaltung der Kernfäden ein Zerfallen der »Chromatinkugeln« (wie ich der Kürze halber diese Körnchen im Anschluss an die Flemming'schen Namen »Chromatin« und »Achromatin« bezeichnen werde) in je zwei voraufgeht. Diese Beobachtung schien mir nicht nur eine Erklärung der räthselhaften Erscheinung der »Längsspaltung der Kernfäden« zu geben, sondern auch einen besseren Einblick in die Mechanik des ganzen Kerntheilungsprocesses zu versprechen; jetzt erst glaubte ich diesen Beobachtungen solche Wichtigkeit beilegen zu müssen, dass sie eine eingehendere Bearbeitung und eine Mittheilung an weitere Kreise verdienten. Denn hiernach spielt sich der ganze Vorgang, den wir als »Zelltheilung unter fadenförmiger Differenzirung des Kerns« kennen gelernt haben, in letzter Instanz in den »Chromatinkugeln« ab.

Fig. 2.



a. *b.*

Ich untersuchte nun auch die übrigen Kerne genauer, namentlich die »ruhenden« Formen, und bin dabei zu folgenden Resultaten gekommen: Der Kern lässt eine scharfe Sonderung in zwei Substanzen erkennen; die eine stärker lichtbrechend, hauptsächlich tingirbar, schon optisch eine mehr positive Rolle spielend, die sogenannte »Kernsubstanz«: die zweite, die man als das dreidimensionale

Negativ der vorigen bezeichnen kann, der sogenannte »Kernsaft«. Letzteren werde ich vorläufig unberücksichtigt lassen und mich vor der Hand nur mit der Kernsubstanz, dem eigentlichen »geformten«, »festen« Bestandtheil des Kerns, beschäftigen. Diese Kernsubstanz ist beim ruhenden Kern im sogenannten Kerngerüst und in den Nucleolen enthalten. Von der Existenz eines dritten Abschnitts der Kernsubstanz, der Kernmembran, habe ich mich durchaus nicht überzeugen können. Eher möchte ich für die meisten Zellen die Aufstellung einer Zellmembran für berechtigt halten; denn die periphersten Schichten des Zellprotoplasma zeigen meistens eine deutlich wahrnehmbare Differenzirung, die zwar nach innen zu keine scharfe Grenze zeigt, aber doch mehr oder minder zu einer selbständigeren Membran wird. Man kann desshalb mit gewisser Berechtigung diese differenzirte wandständige Protoplasmaschicht gegenüber dem indifferent gebliebenen Zellprotoplasma als Zellmembran bezeichnen; nur darf man nicht vergessen, dass sie nichts dem Zellprotoplasma Fremdes oder auch nur Fremdgewordenes darstellt, sondern zu ihm in demselben Verhältnisse steht wie die Rinde zum Brot. Ganz anders verhält es sich aber beim Kern, hier hat keine derartige periphere Differenzirung stattgefunden. Das, was man als Kernmembran beschreibt, beruht auf zwei Erscheinungen: 1) der optische Ausdruck einer scharfen Sonderung zwischen Kern (Kernsubstanz plus Kernsaft) und Zellprotoplasma giebt die äußere Kontur ab; 2) durch die vorige schärfer hervorgehoben, erscheint beim ruhenden Kern der wandständige Theil des dichtmaschigen Kerngerüstes auf dem optischen Durchschnitt als Membran. Jedes ähnliche Gerüstwerk muss auf dem optischen Querschnitt unbedingt den Eindruck einer Membran machen; besäße aber der Kern eine wirkliche Membran, so müsste dieselbe bei der Dicke des optischen Querschnitts auch von der Fläche als solche zu erkennen sein — man sieht aber stets nur ein Netzwerk. Auch müsste sie gelegentlich isolirt zur Beobachtung kommen; dies geschieht aber weder, wenn in Folge unerwünschter Reagentienwirkungen Vacuolen im Innern des Kerns aufgetreten sind, noch dann, wenn der Schnitt so fein ist; dass er nur Abschnitte des Kerns enthält, wie z. B. in einem 5 μ dicken Schnitt von der Epidermis der Salamanderlarve, wo die geringste Dimension des Kerns die Schnittdicke um ein Mehrfaches übertrifft.

Noch beweisender aber für ihre Nichtexistenz ist das Schicksal, das die Kernmembran bei der Karyokinese erleidet. So wie das Gerüstwerk weitmaschiger wird, tritt auch der netzartige Charakter

des peripheren Theils des Zellgerüstes, der bis dahin im optischen Querschnitt homogen erschien, mehr hervor und alsbald ist die »Membran« verschwunden. Die scharfe Grenze dagegen zwischen Kernmasse und Zellmasse, an der allmälig nur noch der »Kernsaft« Theil nimmt, erhält sich noch viel länger, bis zuletzt auch sie sich allmälig verwischt. Indessen auch ehe letzteres geschieht, lässt sich zwischen Kernsaft und Zellprotoplasma nie etwas erkennen, was man als Membran deuten könnte; wenn aber trotzdem eine scharfe Grenze zwischen beiden besteht, wesshalb sollte denn beim ruhenden Kern eine besondere Membran nöthig sein um die Sonderung aufrecht zu erhalten?

Ich habe im Vorhergehenden die Ausdrücke Kernsubstanz und Kernsaft beibehalten, ohne damit ausdrücken zu wollen, dass ich die Kernsubstanz als fest, den Kernsaft als flüssig betrachte in dem Sinne, in dem wir in der Physik von dem flüssigen und dem festen Aggregatzustande sprechen; ich glaube vielmehr, dass man beiden Bestandtheilen jenen intermediären, halb flüssigen halb festen Aggregatzustand zuschreiben muss, der für die eigentlichen Träger der vitalen Processe charakteristisch ist, wobei ich allerdings glaube, dass die Kernsubstanz sich mehr dem festen, der Kernsaft sich mehr dem flüssigen nähert. Im weiteren Verlaufe werde ich mich der mir geeigneter scheinenden Flemming'schen Bezeichnungen: Chromatin und Achromatin bedienen.

Flemming's Ansicht entgegen habe ich mich der Überzeugung nicht verschließen können, dass auch beim ruhenden Kern das Chromatin nur im Kerngerüst und in den Nucleolen enthalten ist. Nach der Behandlung mit Goldchlorid allein oder in Kombination mit Ameisensäure fand ich bei den intensivsten Färbungen stets die Zwischenräume des Gerüstwerks bei allen ruhenden Kernen durchaus ungefärbt, wenn ich sie bei gutem Lichte mit dem Abbe'schen Apparate und mit Ölimmersion untersuchte. Wie ich oben mitgetheilt, ist es ferner wahrscheinlich, dass nur die »Chromatinkugeln« das Chromatin enthalten und dass in Folge dessen im Gerüst noch eine nicht dem Chromatin gleich zu achtende Zwischensubstanz enthalten ist: s. u. Die Nucleolen liegen im ruhenden Kern außerhalb des Gerüstes, in seinen Maschenräumen. Welche Rolle sie spielen, ob sie abgeschnürte Partien des Chromatingerüstes darstellen, Reservechromatin oder Bildungschromatin, »Chromatogen«, blieb mir unklar. Während des weiteren Verlaufes der Karyokinese verschwinden sie, werden anscheinend allmälig aufgezehrt, ohne direkt mit dem

Gerüst in Verbindung getreten zu sein. Während man früher ängstlich zählte, ob sich eins oder zwei im Kern aufhielten, scheint mir jetzt ihre Zahl irrelevant, da ich bisweilen drei und mehr in einem Kern fand.

Aus diesem Chromatingerüst geht nun die karyokinetische Fadenfigur hervor, indem sich an einzelnen Stellen bedeutende Verdickungen derselben bilden, bisweilen an einer, bisweilen an mehreren Stellen gleichzeitig, jedoch keineswegs im Anschluss an die Nucleolen, mit denen sie leicht verwechselt werden können. Eine sehr gute Abbildung dieser Anfänge giebt Flemming, Arch. f. mikr. Anat. XVIII, Taf. VII, Fig. 1 *b*. Bisweilen erkennt man schon an diesen Verdickungen die Zusammensetzung aus Chromatinkugeln, während man sie bei dem feinen, engmaschigen und vielgewundenen Gerüstwerk des ruhenden Kerns nur sehr selten und unter besonders günstigen Umständen wahrnehmen kann. Diese Verdickungen vermehren sich, fließen in einander und nehmen allmählich das ganze Netzwerk auf; oder, richtiger ausgedrückt, dieser Process ergreift allmählich das ganze Gerüstwerk und unter der fortschreitenden Verdickung und der daraus hervorgehenden Verkürzung entwirrt sich der Fadenknäuel mehr und mehr. Er nimmt jetzt die Kranzform an mit centralen und peripheren Schlingen; die peripheren reißen durch. Bis dahin hatte sich die Gesammtlänge der Chromatinfäden stets verringert; jetzt wird sie durch die Längsspaltung der Kernfäden plötzlich auf das Doppelte gebracht.

Indem ich von den weiteren Einzelheiten absehe, der Gruppirung der einzelnen, selbständig gewordenen Schlingen um zwei Centren etc., mache ich nur darauf aufmerksam, dass die einzelnen Schlingen sich jetzt wieder in Verbindung setzen, wieder ein einheitliches Gerüst bilden, welches dann wieder an Volumen und Gesammtlänge zunehmend allmälig in den Zustand des ruhenden Kerns zurückkehrt.

Bringen wir diesen ganzen Vorgang der Karyokinese mit der Zusammensetzung des Chromatinnetzes aus Chromatinkugeln zusammen, so fragt es sich, ob der Vorgang dadurch an Verständlichkeit gewinnt. Wenn, wie ich annehmen muss, das Chromatin der eigentliche Träger der vitalen Funktionen des Kerns ist, und weiter die Chromatinkugeln elementare mit gewissen molekularen Eigenschaften begabte Bestandtheile des Kerns repräsentiren, so müssen wir die ganze Karyokinese auf die molekulare Thätigkeit der Chromatinkugeln zurückführen, die Form- und Lageveränderungen der karyokine-

tischen Figur als Wirkung der molekularen Kräfte der Chromatinkugeln, Anziehung und Abstoßung, deuten können.

Bevor ich jedoch einen derartigen Versuch unternehme, möge es mir gestattet sein eine Hypothese zu entwickeln, die nach meiner Überzeugung die größte Wahrscheinlichkeit für sich hat, aber auch dann, wenn man dies nicht wird zugeben wollen, ganz besonders geeignet ist, uns die hier berührten Vorgänge zu veranschaulichen.

Wie wir wissen, zeichnen sich alle organischen Stoffe gegenüber den anorganischen durch ihr hohes Molekulargewicht aus. Wir haben in allen Organismen eine Einheit oder Vielheit von jenen histologischen Elementen, die wir Zellen nennen, und die in ihrer einfachsten Form aus einem Klümpchen Protoplasma bestehen. In diesem ursprünglich gleichwerthigen Protoplasma differenzirt sich im Verlaufe der phylogenetischen Entwicklung jenes Gebilde, welches wir als Kern bezeichnen. Die neueren Beobachtungen über die Zellvermehrung haben nun gezeigt, dass dem Kern die wichtigste Stelle in der Zelle gebührt; während das Zellprotoplasma die untergeordnetereren vitalen Funktionen besorgt, namentlich die Aufnahme von Nahrung im weiteren Sinne, gehen die höheren vitalen Processe vom Kern aus. Er bildet den Kraftmittelpunkt der Zelle, er regulirt ihre Thätigkeit; von ihm gehen die bei der Zelltheilung sich abspielenden Vorgänge aus, während dem Zellprotoplasma hierbei eine passive Rolle zugetheilt ist. Somit ist mit der Differenzirung des Kerns eine Arbeitstheilung in der Weise eingetreten, dass die physiologisch höher stehenden Funktionen nunmehr dem Kern zugefallen sind; wir dürfen also schließen, dass auch die Bestandtheile des Kerns physiologisch höher organisirt sind, d. h. eine komplicirtere chemische Zusammensetzung, ein höheres Molekulargewicht haben als die des Zellprotoplasmas, nicht allein des differenzirten, sondern auch des ursprünglichen; während aus gleichem Grunde die eigentlichen Albumine gemäß des umgekehrten Weges des zu ihrer Bildung nöthig gewesenen Differenzirungsvorganges ein niedrigeres Molekulargewicht zeigen müssen als das undifferenzirte Protoplasma. Im Kern haben wir nun wieder zwei Substanzen zu unterscheiden: Chromatin und Achromatin. Das Verhältnis dieser beiden Bestandtheile zu einander ist noch sehr unklar; wir dürfen aber nach unseren jetzigen Kenntnissen von der Karyokinese wohl annehmen, dass es sich hierbei um einen ähnlichen Differenzirungsvorgang handelt, wie früher bei der Arbeitstheilung zwischen Zellprotoplasma und Kern, dass also das Achromatin die Ernährung vermittelt, während

die, um mich so auszudrücken, direktiven Funktionen beim Chromatin verblieben sind (und sich höher entwickelt haben, was ja das Resultat aller Differenzirung ist).

Wir haben also die Reihe: anorganische Verbindungen — einfachere organische Verbindungen — Albumine — Protoplasma — Kernstoffe — Chromatin[1] — in der sich eine wachsende Zunahme des Molekulargewichts kundgiebt. Schon bei dem dritten Gliede wird es uns unbekannt, doch müssen wir nach allen Ergebnissen unserer Forschungen annehmen, dass es ein ganz bedeutend hohes ist; wir sind somit berechtigt für das Endglied dieser Reihe ein ganz immenses anzunehmen. Wenn wir also jemals hoffen wollen Moleküle unserer direkten sinnlichen Wahrnehmung zugänglich gemacht zu sehen, so muss es hier sein, wo wir die größten aller existirenden vor uns haben, die im Vergleich zu denen der anorganischen Welt als wahre Riesen dastehen. Nun, wenn man das zugeben will, so wage ich die kühne Frage aufzuwerfen: Sind etwa die von mir beschriebenen Chromatinkugeln nicht bloß histologische Elemente mit der Werthigkeit von Molekülen, sondern geradezu die wahren, wirklichen Moleküle?

So vermessen diese Frage erscheinen mag, so unumgänglich erscheint sie mir. Wollen wir die Atome nicht als bloßen Rechnungs- und Veranschaulichungsbehelf gelten lassen, sondern ihnen eine reale Existenz vindiciren, so müssen wir sie auch irgend wo einmal zur direkten sinnlichen Wahrnehmung bringen. Die Masse einer einzelnen der größten Chromatinkugeln, die ich beobachtet habe, berechne ich auf den zehntausendmillionsten Theil eines Cubikmillimeters. Nun sind die Moleküle des Chromatins aus einer riesigen Menge von Atomen aufgebaut, eine Menge, die wir auch nicht annähernd schätzen können. Dem einzelnen Atom bleibt also immer noch die Eigenschaft einer fast unendlichen Kleinheit bewahrt; während andererseits die Angaben über die Größe der Atome, wie sie die neuere Chemie auf indirektem Wege festzustellen gesucht hat, meine Hypothese vielleicht noch mehr zu stützen geeignet sind.

Man darf nun freilich nicht außer Acht lassen, dass die Chromatinkugeln, die ich beobachtet habe, keineswegs die urprünglichen

---

[1] Diese Reihe soll, wie schon aus dem Obigen ersichtlich, keineswegs dem phylogenetischen Entwicklungsgange entsprechen, da z. B. das zweite und dritte Glied als physiologisch minderwerthige Abspaltungen des modificirten Protoplasma entstanden sind und so erst auf regressivem Wege den Werth einer Vorstufe erhielten.

Moleküle sind, da ich sie bis jetzt nicht am lebenden Kerne, sondern am konservirten Präparat untersucht habe[1]; sie sind vielmehr durch die Einwirkung der angewandten Reagentien verändert. Durch letztere wird die Dicke der Fäden etwas verringert; wir dürfen uns also den dabei stattfindenden Vorgang wohl so vorstellen, dass z. Th. Moleküle der Reagentien aufgenommen und gleichzeitig eine Anzahl Atome aus dem Verbande des Chromatinmoleküles ausgeschieden werden. Immerhin dürfte dies vorläufig noch ein erlaubter Rechnungsfehler bleiben.

Will man die Möglichkeit, dass die Chromatinkugeln Moleküle sind, nach den obigen Deduktionen wenigstens als discutabel zulassen, so eröffnet sich damit eine neue Aussicht auf ein besseres Verständnis der räthselhaften Vorgänge der Karyokinese.

Wie das Ganze (Zelle, Kern) so wächst auch das Molekül, die Chromatinkugel, durch Aufnahme neuer Bestandtheile, durch Einverleibung neuer Atome resp. Atomgruppen. — Das Charakteristikum der belebten Substanz haben wir wohl darin zu suchen, dass seine Moleküle Atomenkomplexe darstellen, die sich in Gleichgewichtslage befinden und zwar in einer Gleichgewichtslage, welche in gewisser Breite Schwankungen zulässt. Einzelne Moleküle nun, an einem oder an mehreren Orten gleichzeitig, erreichen durch dies Wachsthum eine bedeutendere Größe; diese Bewegung theilt sich den benachbarten Molekülen mit und wird allgemein. Diese Vergrößerung geschieht nicht nur durch Neuaufnahme des von außen zugeführten Nahrungsstoffes, so wie des aufgespeicherten (bereits vorbereiteten: Nucleolen?), sondern auch dadurch, dass einzelne Chromatinkugeln die anderen in irgend einer Art aufzehren. Hierdurch werden nicht nur die Fäden des Kerngerüstes dicker, sondern es nimmt auch ihre Gesammtlänge ab: der Knäuel entwirrt sich. Während im ruhenden Kerne sich ein wirkliches »Gerüstwerk« befand, haben sich jetzt die Chromatinkugeln zu Einem verschlungenen Faden geordnet. Die Bildung dieses Fadens so wie seine Lagerung ist durch die Anziehung und Abstoßung seiner Moleküle bedingt. Mit der veränderten Größe der Moleküle hat auch diese eine andere Richtung genommen; wie aus dem Gerüst der Knäuel, so geht aus dem Knäuel die Kranzform hervor; jetzt reißen die peripheren Schlingen durch und die frei gewordenen Enden strecken sich gerade. Mittlerweile hat die Größe

[1] Ich werde später noch Gelegenheit haben auf diesen Punkt näher einzugehen.

der Moleküle die Gleichgewichtsgrenze erreicht; bei Aufnahme neuer Atome kann das Molekül seine Einheit nicht länger wahren, es zerfällt in zwei. Die Anziehung bewirkt, dass sich die ganze Fadenschlinge in zwei Fäden spaltet, die gegenseitige Abstoßung entfernt die Tochterfäden von einander: so dass das Resultat der Zweitheilung der Moleküle eine Verdopplung der Schlingenzahl herbeiführt. Unter den also veränderten Verhältnissen beginnt an den Fäden ein neues Spiel der wechselseitigen Anziehung und Abstoßung, bis sie sich schließlich um zwei dynamische Centra gruppiren. Die so gebildeten zwei Gruppen weichen allmählich aus einander, bis sie durch eine neutrale Grenze geschieden und jede Gruppe der Einwirkung der anderen entzogen ist. Jetzt können sie sich ungestört konsolidiren; die freien Enden der Schlingen verbinden sich wieder, der einheitlich gewordene Faden bildet darauf ein Gerüstwerk; das überschüssige Nahrungsmaterial wird zur Bildung von Nucleolen verwendet, der Kern tritt wieder in den Zustand der Ruhe.

Will man diese Auffassung des karyokinetischen Processes als berechtigt gelten lassen, so haben wir jetzt diesen so unendlich komplicirten Process unserm Verständnis bedeutend näher gerückt, indem wir ihn auf die allereinfachsten mechanischen Vorgänge zurückgeführt haben. Eine solche Zurückführung einer der komplicirtesten Erscheinungen der organischen Welt auf die Fundamentalgesetze der Mechanik ist aber von der größten Tragweite, denn sie lässt uns erkennen, dass zwischen der organischen und anorganischen Welt keine Grenze existirt, dass in beiden dieselben Kräfte thätig sind, und dass der so komplicirte und wunderbare Vorgang, den wir Leben nennen, nichts weiter ist als Eine aus der großen Reihe der Erscheinungsformen, denen stets dasselbe Agens zu Grunde liegt. Der Fall eines Steinchens und die Bewegung der Gestirne — die Veränderungen, die die Eigenschaften der Körper unter der Hand des Chemikers oder des Physikers erleiden — das Wachsthum und die Vermehrung der Pflanzen und Thiere — alle diese so unendlich verschiedenen Vorgänge sind das Produkt ein und derselben Kraft, deren Endresultat so verschieden ist nach der unendlichen Variationsfähigkeit ihrer Kombinationen, die aber stets dieselbe bleibt und stets denselben Gesetzen gehorcht — die wir in ihrer allereinfachsten Form kennen als Anziehung und Abstoßung — Liebe und Hass, um mit jenem alten griechischen Philosophen zu reden, der diese beiden als die Faktoren bezeichnet hatte, aus

denen die gesammte Erscheinungswelt hervorgegangen sei. Was uns auch als Willkür und Regellosigkeit oder als Unbegreifliches und Wunderbares erscheinen mag, die letzte Erkenntnis führt uns dahin, hierin eben so wie in dem einfachsten, leichtstbegreiflichen Vorgang nur einen Ausfluss jener einen großen Kraft zu sehen, dessen Erscheinungsform sich aus den mit eiserner Nothwendigkeit herrschenden einfachen Gesetzen der Mechanik ergiebt.

Der Beweis der Richtigkeit resp. der Brauchbarkeit einer Theorie wird dadurch geliefert, dass wir nachzuweisen vermögen, dass alle bis jetzt beobachteten Thatsachen mit ihr übereinstimmen resp. durch sie eine ungezwungene Erklärung finden. Ich werde diesen Nachweis im Folgenden zu führen suchen; ich werde darzulegen suchen, wie die Karyokinese, die ich oben als Molekularbewegung flüchtig skizzirt habe, auch in allen ihren Einzelheiten einer solchen Auffassung sich unterordnen lässt und wie sich gleichzeitig die Chromatinkugeln als Moleküle dokumentiren; oder mit anderen Worten, ich werde zu beweisen suchen, dass die Annahme, die Chromatinkugeln seien wahre Moleküle, und die Auffassung, die Karyokinese repräsentire eine Molekularbewegung, gleichzeitig mit den beobachteten Thatsachen aufs beste harmoniren und sich gegenseitig unterstützen.

Als Moleküle sind die Chromatinkugeln aus einer gewissen Anzahl von Atomen, d. h. Masseneinheiten, zusammengesetzt, die durch das Gleichgewicht zwischen ihrer gegenseitigen Anziehung und Abstoßung zu einer sekundären Einheit, einer Atomengruppe, zusammengehalten werden. So selbst ein Produkt einer der vielen, und zwar einer schon sehr komplicirten, Kombinationen der Anziehung und Abstoßung, bedingen diese Moleküle durch ihre gegenseitige Anziehung und Abstoßung die Form des intranucleären Gerüstwerkes. Im sogenannten Ruhezustand des Kerns sind sie so zu sagen am friedfertigsten, d. h. in einem stabileren Gleichgewicht. Hierdurch ist die Form eines Gerüstes, als eines nach drei Dimensionen ausgebildeten Maschenwerks[1] ermöglicht, wobei sich ja einzelne der Moleküle mit

[1] Es scheint mir geboten zu sein, den Ausdruck Gerüst anzuwenden, wenn es sich um eine Anordnung von Maschen in drei Dimensionen handelt, dagegen den Ausdruck Netz, wo nur eine Ausdehnung in zwei Dimensionen vorliegt. Flemming macht darauf aufmerksam, dass diese Unterscheidung aus dem Sprachgebrauch hervorgeht, und man wird gut thun, sich strenge an den Sprachgebrauch zu halten, um nicht unklare oder falsche Bilder und Anschauungen in uns selber und bei anderen hervorzurufen.

mehr als zwei anderen in Verbindung gesetzt haben müssen. Dies ändert sich aber, wenn die Moleküle durch Aufnahme von neuen Atomen bedeutender gewachsen sind. Diese Mehraufnahme kann am besten im Innern des Kerns stattfinden, da hier durch die von allen Seiten wirkende, sich gegenseitig aufhebende Anziehung und Abstoßung der Moleküle, die am schwersten zu störende Gleichgewichtslage sich findet; womit die Beobachtung über das erste Auftreten großer Chromatinkugeln übereinstimmt. Allmählich erlangen diese aber doch ein Übergewicht über die anderen, die Gleichgewichtslage wird gestört; die benachbarten müssen dieselbe Größe annehmen, um ein Gleichgewicht wieder zu ermöglichen, sie müssen, da die Aufnahme neuer Atome von außen nicht rasch genug geht, durch Verschmelzung unter einander den größeren gewachsen zu werden suchen. Dieser Process pflanzt sich weiter fort, bis das ganze Gerüstwerk aus großen Chromatinkugeln besteht. Gleichzeitig werden aber auch die Gleichgewichtsbedingungen für die gegenseitige Anziehung und Abstoßung der Moleküle andere; es ist als würde jetzt ein größerer Theil der Anziehung der einzelnen Atome verbraucht, um den Zusammenhang im Innern des Moleküles aufrecht zu erhalten, und desshalb in der Summe der nach außen, für die Beziehungen der Moleküle zu einander, verfügbar bleibenden Kräfte der Atome im Verhältnis zu vorher die Abstoßung die Oberhand gewinne. Dies zeigt sich darin, dass jetzt keine Gerüstform mehr besteht, indem nicht länger ein Molekül mit mehr als zwei anderen sich zu verbinden vermag, wie es doch für die Bildung eines dreidimensionalen Maschenwerkes nöthig ist; die ganze Kernfigur besteht jetzt aus einem einheitlichen Faden, der in regelmäßigen Windungen angeordnet ist (Kranzform). Diese regelmäßige Anordnung geht daraus hervor, dass nicht allein das einzelne Molekül, sondern auch die einzelnen Abschnitte des Fadens eine bestimmte Summe von gegenseitiger Anziehung und Abstoßung repräsentiren; und die hierdurch gegebenen Bedingungen einer, ich möchte sagen tertiären, Gleichgewichtslage sind für die räumliche Anordnung der einzelnen Fadenabschnitte bestimmend. Das oben erwähnte Auftreten einer stärkeren Abstoßung der Moleküle giebt dem ganzen Faden das Bestreben sich gerade zu strecken; und da im Centrum die Windungen am dichtesten liegen, die Anziehung also noch am bedeutendsten ist, werden die Windungen sich radiär strecken. Wir können desshalb jetzt centrale und periphere Schlingen unterscheiden. Wie gesagt ist die Anziehung central am größten, da hier zu derjenigen der

Moleküle noch die der Schlingen hinzutritt; peripherwärts nimmt die Abstoßung immer mehr überhand, bis sie im Scheitel der peripheren Schlinge, wo die Anziehung am schwächsten ist, dieselbe überwindet, worauf die Schlinge durchreißt und die frei gewordenen Enden sich sofort gerade (radiär) strecken (dickstrahliger Stern). Die inzwischen immer größer gewordenen Moleküle überschreiten jetzt das Maximum ihrer Kohäsion; jedes zerfällt in zwei Hälften, woraus für den Faden eine Spaltung resultirt (Längsspaltung der Kernfäden). Die einzelnen Schlingen, deren Schenkel radiär gestreckt bleiben, entfernen sich so weit von einander, dass wieder alle jetzt vorhandenen sich in der Gleichgewichtslage befinden (feinstrahliger Stern). Aber jetzt ist durch die Größenabnahme der Moleküle und der Schlingen ein ganz neues Verhältnis zwischen Anziehung und Abstoßung gegeben; dies dokumentirt sich durch eine ganze Reihe von Bewegungen (Systolen und Diastolen), die für das Verständnis vorläufig noch die meisten Schwierigkeiten darbieten und deren Resultat eine Sonderung des Schlingenkonvoluts in zwei Gruppen ist. Wir müssen wohl annehmen, dass auch hier ein solches Missverhältnis zwischen Anziehung und Abstoßung auftritt, dass erstere nicht mehr hinreicht die Einheit des Systems zu wahren und dass desshalb in demselben zwei Anziehungscentren auftreten. Da das kinetische Centrum jeder einzelnen Schlinge in derem Scheitel liegt, so müssen die Scheitel der Schlingen in jedem der beiden neuen Systeme nach dessen Gravitationscentrum, die Schenkel der Schlingen radiär gerichtet sein: das nächste Stadium der Karyokinese zeigt ebenfalls Sternform (Sternform der Tochterkerne). Beide Systeme rücken so weit aus einander, bis sie in diejenige Gleichgewichtslage eingetreten sind, die durch ihre Beziehungen zu einander und event. zu den benachbarten Kernen bedingt ist. Da sie jetzt ihre direktiven Funktionen auf das Zellprotoplasma getrennt ausüben, erfolgt jetzt eine Abgrenzung ihrer Protoplasmaterritorien: Abschnürung des Zellleibes.

Mit der Zweitheilung der Fäden resp. der Chromatinkugeln scheint an Stelle des bis dahin zunehmenden Überwiegens der Abstoßung ein Zurücktreten derselben und ein immer deutlicher werdendes Hervortreten der Anziehung eingeleitet zu sein. Kaum sind die beiden Schlingensysteme an ihren definitiven Ort angelangt, so treten die freien Enden der Schlingen wieder in Verbindung; so geht die Sternform in die Kranzform über. Aus dieser bildet sich dann die Gerüstform, indem nicht nur die freien Enden, sondern auch dazwischen gelegene Punkte der Schlingen Verbindungen ein-

gehen. — Wie es bei den bisherigen Untersuchungen ebenfalls geschehen ist, können wir auch hier den zweiten Theil des Processes, die Weiterausbildung der neugebildeten beiden Kerne, mehr vernachlässigen. Der Verlauf desselben ergiebt sich, wenn wir den Process, wie er bis zur Theilung vor sich ging, mit negativem Vorzeichen versehen; d. h. um wieder zu dem Ausgangspunkt zurückzukommen, müssen jenseits des Wendepunktes dieselben Kräfte, jedoch in umgekehrter Reihenfolge, thätig sein, wie diesseits. Dies ergiebt sich aus der physikalischen Theorie derartiger, als Schwingungen im weiteren Sinn zu bezeichnenden Bewegungen: wenn wir die Bahn, die ein Pendel von seinem höchsten Stand bis zu seinem niedrigsten, oder die die Erde von Perihel bis zu ihrem Aphel zurückgelegt hat, kennen, so ist uns damit auch die zweite Hälfte der Bahn gegeben.

Da aus dem Mutterkern schließlich zwei Tochterkerne hervorgehen, deren jeder dem ursprünglichen in allen Eigenschaften und Maßverhältnissen gleichkommt, so muss eine bedeutende Zunahme des Chromatin stattfinden. Dies geschieht wahrscheinlich in sämmtlichen Perioden des Kerndaseins, indem sich fortwährend unter Vermittlung des bereits vorhandenen neues Chromatin bildet, doch nach verschiedenem Schema und mit verschiedenen Resultaten: Während der Periode der Gerüstform Bildung von neuen Chromatinkugeln unter Anlehnung an die vorhandenen (Vergrößerung der vorhandenen, Bildung von Isomerien und Spaltung; oder Abspaltung und Ausbildung der Spaltprodukte zu normalen Molekülen?). Beim Beginn der Kinese dagegen vorläufige Beibehaltung der Vergrößerung der Chromatinkugeln; das Weitere habe ich bereits im Vorhergehenden berührt. Hiernach würde also der generelle Unterschied zwischen Wachsthum und Vermehrung des Kerns darin bestehen, dass bei ersterem eine ununterbrochene Größenzunahme des einzelnen Moleküles mit sofort eintretender Spaltung stattfindet, während bei letzterer die Spaltung erst dann, wenn sämmtliche Moleküle eine gewisse Größe erreicht haben, eintritt, und zwar bei allen gleichzeitig.

Das Ernährungsmaterial wird natürlich durch das Blut herbeigeführt, indem es aus den Blutgefäßen in den Säftestrom der feinsten Lymphbahnen übertritt und in letzteren (in den Epithelien vermittels der »Intercellularräume«) an die Zelle gelangt. Ob die Ernährung zur Vergrößerung des Kerns oder zur Einleitung der Kinese führen soll, scheint von der Intensität der Ernährung abzuhängen, d. h. von der Menge brauchbaren Materials, das in einer bestimmten Zeit

zugeführt wird. Wenigstens sprechen hierfür die Befunde, die ich bei der Amphibienepidermis gemacht habe (Morph. Jahrbuch VI. pag. 507 u. 517), wo in Folge der Behinderung der Gewebsflüssigkeitsströmungen durch die Ausbildung eines Stratum corneum und den dadurch bedingten Abschluss der Intercellularbahnen die Intensität des Stoffaustausches nach der Oberfläche zu abnehmen muss, wodurch das Vorkommen von Kernfiguren nur in den unteren Zelllagen sich erklärt, was sonst unverständlich bliebe, da die einzelnen Zellen des Stratum mucosum außer ihrer Lage keine Verschiedenheiten aufweisen.

Ich habe in dem bisher Erwähnten stets nur den Antheil des Chromatins an dem karyokinetischen Processe berücksichtigt, ohne aber uneingedenk zu sein, dass auch dem Achromatin hierin eine Rolle zuertheilt ist. Dieselbe tritt indessen gegen die des Chromatins ganz in den Hintergrund, sowohl optisch als physiologisch, so dass wir es vorläufig ganz von der Betrachtung ausschließen konnten. Wir sehen indess bisweilen achromatische Fadenfiguren auftreten, die einige Forscher mit zur karyokinetischen Figur rechnen wollen. Dass sie jedenfalls nichts Primäres, überhaupt nichts für den Process Wesentliches darstellen, beweist wohl ihre Unscheinbarkeit und Inkonstanz. So wenig wir auch vom Achromatin wissen, so können wir doch mit gewisser Sicherheit behaupten, dass es aus sehr verschiedenen Stoffen bestehen und eine wechselnde Zusammensetzung haben muss. Es wird wahrscheinlich Moleküle von sehr verschiedenem Werthe besitzen, neben solchen von ziemlich hohen auch welche von ganz niedrigem Molekulargewicht, stets aber an letzterem weit hinter dem Chromatin zurückstehend. Die Chromatinkugeln üben ihre molekularen Wirkungen natürlich nicht nur auf einander, sondern auch auf die umgebenden Moleküle aus und wenn sich im Achromatin eine größere Anzahl relativ großer Moleküle vorfinden, so können diese Wirkungen auch dadurch einen optischen Ausdruck gewinnen, dass sich im Anschluss an die chromatische Figur eine sekundäre karyokinetische Figur zeigt, ja vielleicht noch eine tertiäre im Zellprotoplasma[1]. Doch vorläufig liegen uns diese Dinge noch zu fern, da es uns nur auf das Princip ankommt und nicht auf die Einzelheiten. Übrigens werde ich in einer demnächst erschei-

[1] Z. B. die beim Ei beobachteten Radienphänomene. Die in verschiedenen Epithelien, namentlich bei denen mit ausgesprochener sekretorischer Funktion, vorkommenden »protoplasmatischen Strukturen« dagegen haben eine ganz andere Entstehungsgeschichte, worüber nächstens mehr.

nenden Arbeit über das Epithel, in der ich meine Ansicht, dass alle Vorgänge auf dem histologischen Gebiet auf einfache Molekularthätigkeit sich zurückführen lassen, noch weiter zu begründen suchen werde, das Verhältnis zwischen Achromatin und Chromatin, so wie manche anderen Punkte, die ich in dieser Arbeit nur flüchtig berühren konnte, einer ausführlicheren Betrachtung unterziehen.

Wie gesagt, es lag mir nur daran, vorläufig so gut wie möglich das Princip festzustellen. Ich konnte desshalb nicht alle und jede Thatsache berücksichtigen, die irgend wo einmal zur Beobachtung gelangt ist, sondern musste mich, schon um die Arbeit nicht zu voluminös zu machen, darauf beschränken, immer nur das Wichtigste herauszugreifen, um aus diesen wenigen aber sicheren Anhaltepunkten ein ungefähr richtiges Bild der Bewegung zu konstruiren. Mag dieses Bild auch noch mancher Korrektur bedürfen, da ich bald hier bald dort unbedeutenden Sachen zu große Wichtigkeit beigelegt oder wesentliche Erscheinungen unberücksichtigt gelassen hatte: das ändert an der Hauptsache nichts, so lange sich das Princip dabei aufrecht halten lässt.

Manche Angaben scheinen freilich meine Theorie von vorn herein zu widerlegen, so namentlich diejenigen, die den Kernfiguren nicht jene Regelmäßigkeit zuschreiben, wie sie sie bei den von mir untersuchten Objekten besitzen. Es scheint sich indessen mehr und mehr herauszustellen, dass dies eben so wie die mangelnde Übereinstimmung der Hauptstadien bei verschiedenen Objekten aus Unvollkommenheiten der Untersuchungsmethoden hervorgegangen ist und dass je mehr man das Wesentliche vom Unwesentlichen zu unterscheiden lernt, die einheitliche Auffassung der Vermehrungsvorgänge im Thier- und Pflanzenreich sich mit desto größerer Klarheit als die richtige herausstellt.

Im Einzelnen bleibt freilich noch sehr viel zu thun, um diese wünschenswerthe Übereinstimmung in den wesentlichen Thatsachen herbeizuführen. Mir schienen indessen die bisherigen Resultate unserer Kernuntersuchungen schon zu genügen, um meiner Theorie als Grundlage zu dienen; und ich hoffe, dass nicht nur die weiteren Thatsachen, die die Untersuchungen zu Tage fördern werden, sie unterstützen werden, sondern dass umgekehrt auch sie die Untersuchungen zu unterstützen im Stande sein werde.

Bevor ich diesen Aufsatz schließe, muss ich noch einige Punkte berühren, die ich bisher absichtlich umgangen habe, um sie einer gesonderten Besprechung vorzubehalten; nicht als ob sie mindere

Bedeutung besäßen, denn sie sind gerade die wichtigsten, aber deshalb auch die schwierigsten. Je tiefer wir in einen Gegenstand eindringen, desto einfacher werden die Verhältnisse, aber gerade mit der größeren Einfachheit wachsen die Schwierigkeiten für das Verständnis derselben. Wir nähern uns hier der absoluten Grenze unseres Wissens; wir können schließlich dahin zu gelangen hoffen, dass wir alle Erscheinungen um uns herum auf eine einzige Bewegung zurückführen; wir können die verschiedenen Eigenschaften dieser Bewegung allmählich erforschen; aber das Wesen dieser Bewegung wird uns stets das verschleierte Bild von Saïs bleiben. Und schon je näher wir dieser Grenze kommen, desto mehr häufen sich die Schwierigkeiten des Weitergehens; und nur zu häufig müssen wir uns begnügen, uns ihr bis zu einem gewissen Grade genähert zu haben, es späterer Forschung überlassend, von diesem Punkt aus weiter vorzudringen.

Warum die Chromatinkugeln überhaupt Fäden bilden, ergiebt sich wohl, die Richtigkeit dieser Auffassung vorausgesetzt, aus denselben Ursachen, aus denen sie gerade diese oder jene Kernfigur bilden: es ist einfach diejenige Form, in der ihre molekulare Thätigkeit zum Ausdruck kommt und kommen muss. Anders verhält es sich mit der Frage, in welcher Weise die Fäden gebildet werden. Ich habe im Vorhergehenden von Zwischensubstanz gesprochen, ohne über dieselbe Näheres anzugeben. Haben wir eine eigene Zwischensubstanz anzunehmen oder nicht? Mit anderen Worten, sind die Chromatinkugeln an einander gereiht wie die Perlen eines Rosenkranzes, oder sind sie durch eine Zwischensubstanz zu einem wirklichen Cylinder verbunden?

Leider sind hier die Verhältnisse bereits so minutiös, dass unsere Hilfsmittel anfangen uns im Stich zu lassen. An den brauchbarsten Präparaten glaubte ich bald an einem Faden rosenkranzförmige, bald an einem andern geradlinige Konturen mit Sicherheit wahrnehmen zu können. Bei guter Saffraninfärbung an Goldpräparaten glaubte ich mich überzeugen zu können, dass nur die Chromatinkugeln gefärbt sind und durch eine ungefärbt bleibende Substanz zu einem Cylinder ergänzt werden. Aber auch hier waren die Kugeln nicht von einander getrennt, sondern berührten sich direkt, und zwar nicht, wie mathematische Figuren, in einem Punkte, sondern mit einer größeren Fläche, so dass nur ein Ring von Zwischensubstanz übrig bliebe.

So lange ein Molekül an allen Punkten seiner Oberfläche un-

ter gleichen Bedingungen steht, wird es naturgemäß Kugelform annehmen, da der Begriff der Kugel von einer nach allen Seiten hin gleichmäßig wirkenden Kraft abstrahirt ist. Dies ändert sich, wenn an zwei diametral entgegengesetzten Punkten ein besonders starker Einfluss (durch die beiden angrenzenden Chromatinkugeln) ausgeübt wird; es wird dann eine Abplattung eintreten müssen, die hier allerdings nicht sehr stark sein kann. Wesshalb nun der noch übrig bleibende Raum von einer besonderen Masse ausgefüllt sein sollte, um einen Cylinder zu bilden, würde man nicht recht einsehen können. Wahrscheinlich wird sich daher diese Erscheinung aus den Gesetzen der Optik erklären lassen.

So unsicher indessen diese Verhältnisse sind, so muss ich doch die Hauptsache, d. h. die Zusammensetzung der Fäden aus Chromatinkugeln, als feststehend ansehen. Mag die Existenz der Zwischensubstanz so wie ihre Anordnung noch so zweifelhaft oder unaufgeklärt sein, die Chromatinkugeln existiren — wenigstens in den Präparaten. Ob sie auch im Lebenden existiren, das ist freilich damit noch nicht ohne Weiteres erwiesen. Ich habe sie wegen gänzlichem Mangels an Material bei der lebenden Larve vorläufig noch nicht aufsuchen können, und bin auch der Überzeugung, dass es sehr schwer und vielleicht nur ausnahmsweise, vielleicht gar nicht möglich sein wird sie hier zu finden, was sich schon aus dem im Eingang Gesagten zur Genüge ergiebt. Ich gebe indess die Hoffnung nicht auf, dass auch hier die verbesserten optischen Hilfsmittel gelegentlich zum Ziele führen werden. Leider sind die Orte, die für ihre Auffindung am günstigsten sein würden, das Epithel der Kiemenblätter, der Untersuchung nicht im lebenden sondern nur im überlebenden Zustand zugänglich.

Wenn wir nun auch in vielen, ja vielleicht in den meisten histologischen Fragen auf ähnlichem Wege zu den Resultaten gekommen sind, die wir nichtsdestoweniger als der Wirklichkeit entsprechend ansehen, so zweifle ich dennoch nicht, dass Mancher die Chromatinkugeln kurzweg als Gerinnungserscheinung oder dgl., mit einem Wort als Kunstprodukt erklären wird. Dem gegenüber berufe ich mich hauptsächlich auf das Stadium, wo die Fäden von doppelten Körnchenreihen gebildet werden. Da diese Doppelfäden nur in einer Ebene deutlich zu erkennen sind — in einer dazu senkrechten würde die eine Körnchenreihe die andre verdecken — so bekommt man sie relativ selten gut zu Gesicht, am häufigsten in dem flachen Epithel der Kiemenplatten. Man sieht hier die bei-

den Körnchenreihen so scharf ausgeprägt und regelmäßig angeordnet, wie ich sie Fig. 2 *a* abgebildet habe — ehe noch die geringste Andeutung einer Längsspaltung der Fäden wahrzunehmen ist; ein Umstand, der mir hinlängliche Sicherheit dafür zu bieten scheint, dass wir es hier mit im Leben präformirten Erscheinungen zu thun haben.

Bei dem regen Eifer, der zur Zeit auf dem Gebiet der Lehre vom Bau und den Lebensthätigkeiten des Kerns sich kundgiebt, steht zu hoffen, dass gelegentlich andere Objekte sich finden werden, welche noch günstigere Verhältnisse zum Studium dieser Erscheinungen darbieten. Möge denn dieser Aufsatz den Erfolg haben, die Aufmerksamkeit der Histologen auf diesen, wie ich glaube, bisher noch gänzlich unbeachtet gebliebenen Punkt zu richten!

Heidelberg, 31. December 1880.

Litteratur.

Ich habe in diesem Aufsatz mich so streng als möglich an die von Flemming vorgeschlagenen Benennungen gehalten und diesen Autor auch sonst häufig angeführt, ohne jedes Mal genau zu citiren. Möge man in dieser Art der Behandlung der Litteratur keine Einseitigkeit sehen; da ich für meine speciellen Angaben keine Litteraturangaben nöthig hatte — so viel ich weiß, sind noch keine ähnlichen Befunde veröffentlicht — genügte es für die hier mehr nebensächlichen und schon allgemeiner bekannten und anerkannten Punkte, mich auf einen Autoren zu beziehen, dessen Arbeiten, und damit auch Ansichten und Benennungen, allgemein bekannt sind, und die mir als früherem Schüler desselben am nächsten lagen. Die hier berührten Abhandlungen sind:

Flemming, Beiträge zur Kenntnis der Zelle und ihrer Lebenserscheinungen.
I. Theil. Arch. f. mikr. Anat. Bd. XVI.
II. Theil. Ib. Bd. XVIII.
II. Theil. Suppl. Ib. Bd. XVIII.

Die dritte oder untere Stirnwindung und die innere obere Scheitelbogenwindung des Gorilla.

Von

Professor Dr. Th. v. Bischoff,
in München.

Im vergangenen Winter erwarb die hiesige anatomische Anstalt einen in der Menagerie KAUFFMANN verstorbenen jungen Gorilla. Ich erhielt dadurch Gelegenheit, das Gehirn desselben zu untersuchen, und meine früher in den Sitzungsberichten der Münchener Akademie der Wissenschaften, mathem.-phys. Klasse vom 10. März 1877 und in diesen Jahrbüchern, Supplementband zu 1878 pag. 59, vorgetragene Ansicht über die dritte Stirnwindung bei diesem und den anderen Anthropoiden nochmals einer genauen Prüfung zu unterwerfen. Meine Hoffnung, dass Herr Prof. HARTMANN sich über das Gehirn des in Berlin verendeten Gorilla äußern würde, ist bis jetzt nicht in Erfüllung gegangen. Herr Prof. PANSCH hat in seinem Bericht: Über einige neuere Arbeiten über das Gehirn, in der Zeitschrift für Anthropologie 1878, pag. 357, und, wie es scheint, auch in einer eigenen zweiten Abhandlung: Einige Bemerkungen über den Gorilla und sein Gehirn, in den Abhandlungen des naturwissenschaftlichen Vereins in Hamburg 1878, welche ich mir trotz vielfacher Bemühungen nicht habe verschaffen können, nur kurz angegeben, dass er auch nach Untersuchung dreier weiterer in Hamburg befindlichen Gehirne von jungen Gorilla, seine Ansicht über die dritte Stirnwindung des Gorilla und der Affen überhaupt, nach welcher dieselbe bei diesen Thieren ansehnlich groß ist, nicht ändern könne.

Unter diesen Umständen war es mir von großem Werth, diese drei Hamburger Gorilla-Gehirne auch noch zur Untersuchung zu erhalten, und nachdem Herr Dr. BOLAU, Vorstand des Hamburger

zoologischen Museums, die große Freundlichkeit hatte, mir dieselben, wie früher das erste dort befindliche Gorilla-Gehirn, zur Beobachtung anzuvertrauen, glaube ich mir erlauben zu dürfen, das Wort nochmals in dieser Angelegenheit zu ergreifen. Diese Gehirne sind nicht nur in Betreff der in Rede stehenden dritten Stirnwindung, sondern auch in Betreff der inneren oberen Scheitelbogenwindung (Übergangswindung) und überhaupt in Beziehung auf die Art und Weise, in welcher die Gehirnwindungen sich in der Thierreihe und wahrscheinlich auch bei den Individuen höher ausbilden und kompliciren, von großem Interesse. Da aber das Material zur Bearbeitung derselben noch so höchst sparsam und selten ist, so glaubte ich, dass auch derselbe Autor, wenn gerade ihm der Zufall solches Material reichlicher als Anderen zuführt, mehrmals darüber berichten dürfe.

Die fünf nun in Deutschland bekannten Gorilla-Gehirne gehörten alle jungen, nur erst mit den Milchzähnen versehenen Thieren an, deren keines wahrscheinlich über drei Jahre alt war. Die meisten waren, so weit mir bekannt, weiblichen Geschlechtes. Es ist möglich, dass bei fortschreitendem Alter in der Ausbildung der Gehirnwindungen sich noch Veränderungen eingestellt haben würden: wahrscheinlich aber nicht bedeutende; denn nach den bekannten Verhältnissen der Schädelkapacitäten junger und alter Gorilla, hatten diese jungen Gorilla wahrscheinlich ihre individuelle Gehirngröße und Gehirngewicht bereits größtentheils erreicht. Es lässt sich also wohl annehmen, dass auch die Ausbildung ihrer Gehirnwindungen wesentlich vollendet war. Geschlechtsverschiedenheiten sind bis jetzt nicht bemerkt worden.

Bei allen fünf Gehirnen steht die Fossa Sylvii in ihrem mittleren Theile noch offen, so dass selbst bei noch vorhandenem Verschluss durch Arachnoidea und Pia mater, die Spitze der Insel gesehen werden konnte, was bei Chimpansé-Gehirnen nur seltener, bei Orang-Gehirnen, so weit sie bekannt sind, gar nicht vorkommt. Dennoch könnte gerade dieses Verhalten, nach Analogie desselben bei dem Menschen, nur dem noch jugendlichen Alter aller bisher beobachteten Gorilla-Gehirne zukommen, und sich bei weiterer Entwicklung ändern.

Längs des vorderen Randes der Fossa Sylvii, ja diesen begrenzend, aber nicht eigentlich darstellend, verläuft eine ansehnliche Furche, ziemlich weit an der Seitenfläche des Stirnlappens hinauf-

tretend. Dieses ist die Furche, welche Prof. Pansch für den vorderen Ast der Fossa Sylvii, ich für homolog mit dem Sulcus orbitalis Ecker, oder Sulcus transversus + externus Weismann, an der unteren Fläche des Stirnlappens des Menschen halte.

Es unterliegt keinem Zweifel, dass der erste Anschein der Pansch'schen Ansicht sehr günstig ist. Allein wenn man das Verhalten genauer prüft, so überzeugt man sich bald, dass dasselbe schon an und für sich dem Verhalten des vorderen Astes der Fossa Sylvii bei dem Menschen nicht entspricht. Derselbe entwickelt sich bei dem Menschen aus dem vorderen oberen Winkel der Sylvi'schen Grube und steht daher natürlich mit ihr in offenem Zusammenhang. Dieses ist bei jener Furche bei dem Gorilla nicht der Fall. Sie entwickelt sich nie aus diesem vorderen oberen Winkel der Sylvischen Grube, und steht auch nie mit ihr in offenem Zusammenhang. Vielmehr begrenzt den vorderen Rand der Sylvi'schen Grube beim Gorilla, wie bei dem Menschen, die vorderste Windung der Insel. Längs derselben verläuft bei dem Gorilla jene Furche und mündet entweder gar nicht, oder erst ganz an ihrem Anfang in die Sylvische Grube, ganz wie sich der Sulcus orbitalis beim Menschen verhält.

Diese Furche ist bei allen fünf Gorilla-Gehirnen von einer ansehnlichen Windung umgeben, welche von dem unteren Ende der vorderen Centralwindung oberflächlich ausgeht, an der Seitenfläche des Stirnlappens nach vorn in die Höhe steigt, und dann im Bogen um das obere Ende der Furche wieder an die untere Fläche des Stirnlappens hinabsteigt, sich hier ausbreitend und theilend den größten Theil dieser unteren Fläche des Stirnlappens einnimmt, und mit der vordersten Windung der Insel die vordere Grenze der Sylvischen Grube bildet; doch läuft, wie gesagt, zwischen ihr und dieser vordersten Windung der Insel, die in Rede stehende Furche, und wird von der Fossa Sylvii durch diese Inselwindung getrennt. Prof. Pansch hält nun diese ansehnliche Windung, wie früher schon Gratiolet, für die dritte oder unterste Stirnwindung, während ich sie für die zweite oder mittlere erkläre.

Schon in meiner ersten Abhandlung über die Großhirnwindungen des Menschen hatte ich pag. 68 u. f. darauf aufmerksam gemacht, dass, wenn man die eben erwähnte Stirnwindung bei den Affen für homolog mit der dritten oder untersten Stirnwindung des Menschen halte (was ich damals, Gratiolet folgend, ebenfalls gethan hatte), man dann keine drei Stirnwindungen bei den Affen

nachweisen könne, sondern nur zwei, und demnach die der zweiten menschlichen Stirnwindung analoge Windung bei den Affen fehle. Ersteren Satz muss ich unter allen Umständen auch noch jetzt festhalten. Es ist nicht möglich bei ungezwungener Betrachtung der Affengehirne drei Stirnwindungen bei ihnen zu unterscheiden, und wenn man die unterste bei ihnen für die dritte des Menschen erklären will, so fehlt die zweite. Für diese Auffassung haben sich auch Prof. Lussana: Gazetta med. italiana Lombardica 1879, No. 4, 25, und Prof. Schwalbe in seinem Lehrbuch der Neurologie, pag. 584, erklärt, zugleich aber auch für das Fehlen der dritten Stirnwindung, unter Beibehaltung der zweiten. Letzteres ist selbstverständlich auch schon die einfache logische Folge, wenn man überhaupt nur zwei Stirnwindungen zählt.

Nachdem ich sodann die Verhältnisse durch eigene Anschauung zuerst bei dem Hylobates und dann bei dem Chimpansé und Orang kennen gelernt, erkannte ich alsbald, dass diese zweite Stirnwindung der niederen Affen in der That der zweiten Stirnwindung des Menschen um so mehr entspricht und die dritte ihnen ganz fehlt, weil ich nun bei jenen Anthropoiden das wirkliche Analogon der dritten menschlichen Hirnwindung auffand. Es war und ist das eine kleine Windung, welche bei diesen Anthropoiden gemeinschaftlich mit der zweiten Stirnwindung, von dem unteren Ende der vorderen Centralwindung ausgeht, sich um eine aus dem vorderen Winkel der Fossa Sylvii hervorgehende kleine Furche, den vorderen Ast dieser Fossa Sylvii, herumzieht und in die Insel übergeht; ganz genau so, wie dieses bei dem Menschen mit der bei ihm stark entwickelten dritten Stirnwindung der Fall ist. Die kleine Windung zeigte sich nicht nur bei den genannten drei Arten der Anthropoiden, sondern auch bei einzelnen Individuen derselben Art, verschieden stark und in ihrer näheren Anordnung und Richtung etwas verschieden ausgebildet, war und ist aber immer vorhanden. Am stärksten entwickelt ist sie bei einem von Gratiolet abgebildeten, und von mir Fig. XXVI meiner Abhandlung über die Großhirnwindung wiedergegebenen Chimpansé-Gehirn; am komplicirtesten fand ich sie bei einem Dresdener Orang-Gehirn, wo die Furche, um die sie sich herumzieht (der vordere Ast der Fossa Sylvii), schon in zwei kleine Äste gabelförmig gespalten ist.

Zuletzt erst fand ich nun diese kleine Windung und die in sie eindringende Furche auch bei dem ersten Gorilla-Gehirn aus Hamburg, aber unter ganz unerwarteten Verhältnissen. Hier trat sie nicht

frei zu Tage, sondern sie lag und liegt ganz versteckt von dem unteren Ende der vorderen Centralwindung und der von diesem ausgehenden Wurzel der zweiten Stirnwindung (von dem sog. Operculum an dem Gehirn des Menschen). Wenn man diese etwas aufhebt, so sieht man, dass von dieser Wurzel der zweiten Stirnwindung eine kleine Windung sich ablöst, welche im Allgemeinen in dem vorderen Winkel der Fossa Sylvii in die Höhe steigt, sich um eine kleine in die Fossa Sylvii übergehende Furche herumzieht, und in die Insel übergeht, wiederum ganz genau übereinstimmend mit dem Verhalten der so stark entwickelten dritten Stirnwindung des Menschen.

Diese kleine Windung ist nun auch bei den vier übrigen, jetzt von mir untersuchten Gorilla-Gehirnen, den drei Hamburgern, und dem hier in München befindlichen, in ganz übereinstimmender Weise vorhanden, und erweist sich dadurch als eine konstante und wesentliche. Auch bei keinem dieser Gehirne ist sie ohne Weiteres sichtbar, sondern von dem unteren Ende der vorderen Centralwindung und der Wurzel der zweiten Stirnwindung verdeckt. Bei allen vieren drängt sie sich nicht nach außen, sondern steigt in die Höhe und nach vorn, bei den drei Hamburger Gehirnen mehr lateralwärts nach vorn, bei dem Münchner mehr gerade in die Höhe. Bei den drei ersteren geht sie dann auch in die vorderste Windung der Insel über, bei dem Münchner in die Spitze der Insel, wesshalb diese denn auch bei diesem am meisten hervorragt.

Für ein unbefangenes Urtheil kann diese Windung, sowohl bei dem Gorilla als bei den anderen Anthropoiden, nur für das Homologon der dritten oder unteren Stirnwindung des Menschen erachtet werden. Sie theilt alle morphologischen Verhältnisse mit derselben. Sie geht allerdings von dem unteren Ende der vorderen Centralwindung, vereinigt mit der Wurzel der zweiten Stirnwindung aus; aber dieses ist auch bei dem Menschen oft der Fall. Sie liegt ferner in dem vorderen Winkel der Fossa Sylvii, und eine von derselben ausgehende kleine Furche, entsprechend dem sog. vorderen Ast dieser Grube, zieht sich in sie hinein; sie geht endlich in die vorderen Windungen der Insel über, und begrenzt mit dieser den vorderen Rand der Sylvi'schen Grube. So wie man sie sich nach außen tretend, vergrößert und in mehrere sekundäre Windungen gelegt denkt, entspricht sie vollkommen der dritten oder unteren Stirnwindung des Menschen. Endlich wenn man sie mit dieser nicht homologisiren wollte, was wäre sie sonst? Übersehen und für unbedeutend halten

kann man sie nicht, da sie sich bei allen Anthropoiden-Gehirnen findet. Dass sie sich bei den verschiedenen Arten, ja bei verschiedenen Individuen derselben, etwas verschieden entwickelt findet, entspricht vollkommen dem Charakter einer in ihrer Bedeutung noch nicht zur Geltung gekommenen Windung, wie dieses bei anderen Gehirnwindungen desselben Charakters, z. B. bei den sogenannten Übergangswindungen, auch der Fall ist; sie ist in dieser Hinsicht ebenfalls eine Übergangswindung, auf welche ich sogleich noch näher zu sprechen kommen werde.

Der Grund, wesshalb man die Verhältnisse der Stirnwindungen und der Fossa Sylvii so leicht bei den Affen verkennt, liegt in der außerordentlichen Ähnlichkeit, welche die Fossa Sylvii bei dem Affengehirn, namentlich bei dem Hylobates, dem Gorilla und einigen Chimpansé, mit dem Gehirn eines etwa acht Monate alten menschlichen Fötus darbietet. Bei diesem stellt die Fossa Sylvii auch noch eine dreieckige Grube dar, deren umgebende Windungen noch wenig charakteristisch ausgebildet sind. Sie steht nach außen noch ansehnlich weit offen, und die Insel ragt in ihrer Mitte mit ihrer Spitze hervor. Der untere Winkel entspricht dem künftigen sogenannten Stamm der Sylvi'schen Furche, der hintere obere Winkel dem hinteren Ast derselben, der vordere dem vorderen; aber der Stamm und diese Äste sind noch nicht charakteristisch entwickelt, eben weil die umgebenden Randwülste noch nicht ausgebildet sind. Da die Grube eben so bei den genannten Anthropoiden aussieht, glaubt man nun, dass auch ihre Begrenzung durch dieselben Gebilde dargestellt werde. Für den hinteren Winkel der Grube und den sich aus ihm entwickelnden hinteren Ast der Furche ist dieses auch wirklich der Fall; es sind dieses, außer der ersten Schläfenwindung, der Pli courbe Gratiolet's mit dessen Pli marginal superieur, oder meine erste Scheitelbogenwindung mit ihren Schenkeln, und der untere Schlussbogen der beiden Centralwindungen. Für die Begrenzung des vorderen Winkels der Grube und für die vordere Grenze des zukünftigen Stammes der Furche verhält es sich aber nicht so. Während dieselben sich in ihrer ganzen Ausdehnung bei dem menschlichen Embryo zu der dritten Stirnwindung mit ihren mehrfachen Bogen ausbilden, und diese sich dabei von der zweiten Stirnwindung durch den Sulcus orbitalis abgrenzt, entwickelt sich diese vordere Grenze bei den Affen nur zu der zweiten Stirnwindung, und der in ihren lateral aufsteigenden Bogen eindringende Winkel der Grube verengert sich zu dem scheinbaren vorderen Aste der Furche, dem Sulcus orbitalis

selbst. Die dritte Stirnwindung erscheint bei den niederen Affen gar nicht, bei den Anthropoiden nur in einem Rudiment, welches nur zu einer geringen und bei den verschiedenen Arten und Individuen etwas verschiedenen Entwicklung gelangt. Schon in der primitiven Keimanlage für die dritte Stirnwindung sind die lokalen Verhältnisse bei Menschen und Affen verschieden. Bei ersteren nimmt diese Anlage den ganzen vorderen Rand und den vorderen Winkel der Sylvi'schen Grube ein. Bei den Affen fehlt sie entweder ganz, oder ist wie bei den Anthropoiden auf eine kleine Stelle des vorderen Winkels der Grube begrenzt; anstatt ihrer entwickeln sich die zunächst davor gelegenen Keime, nämlich die der zweiten Stirnwindung, zur vorderen Grenze und dem vorderen Winkel der Grube. Im unentwickelten Zustande sind die Verhältnisse einander sehr ähnlich, die Verschiedenheit tritt erst bei der weiter fortschreitenden Entwicklung hervor. Die zweite Stirnwindung der Affen ist entwicklungsgeschichtlich der dritten Stirnwindung des Menschen analog, aber nicht homolog. Homolog der letzteren ist nur die kleine Windung bei den Anthropoiden.

Und dieses Verhalten steht morphologisch ganz in Zusammenhang mit dem Unterschiede in der Konfiguration der Stirne und des Stirnlappens des Gehirns bei Menschen und Affen. Bei ersteren wird die Stirn breit und mehr oder weniger aufsteigend; bei letzteren ist sie zugeschärft und fliehend, eben wegen des Mangels oder nur rudimentären Entwicklung der dritten Stirnwindung. Die physiologische Folge scheint sich in dem Mangel zur Befähigung zu einer artikulirten Sprache auszusprechen.

Ich bin nun der Ansicht, dass die sogenannten Plis de passage oder die Übergangswindungen zwischen dem Scheitel und Hinterhauptslappen, meine innere obere Scheitelbogenwindung, bei Affen und Menschen ein ganz ähnliches Verhältnis darbieten.

Ich habe in meiner Abhandlung über die Großhirnwindung des Menschen nachgewiesen, dass von den sechs Übergangswindungen Gratiolet's der premier Plis de passage supérieur externe und der Pli de passage supérieur interne einander homolog sind, und sich nur durch die Richtung ihres Verlaufes unterscheiden. Ersterer verläuft nämlich oberflächlich und lateralwärts, letzterer in der Tiefe und perpendikulär zwischen den oberen inneren an einander stoßenden Rändern des Scheitellappens und Hinterlappens. Je nach diesem

Verlauf verändert sich das Ansehen und die Verhältnisse zwischen Scheitellappen und Hinterlappen beträchtlich. Verläuft die Windung oberflächlich und lateralwärts, so trennt sie die Fissura occipitalis perpendicularis interna von der externa, und die sogenannte Affenspalte mit dem Klappdeckel gehen dadurch mehr oder weniger verloren. Verläuft sie aber in der Tiefe perpendikulär, dann gehen beide Spalten offen in einander über, und die Affenspalte ist vollkommen entwickelt. Ich habe sodann gezeigt, dass bei den Anthropoiden beide Verhältnisse, oft auf der einen Seite das Eine, auf der anderen das Andere, vorkommen.

Recht interessant sind nun in dieser Hinsicht die fünf vorliegenden Gorilla-Gehirne. Bei dem Hamburger Gorilla-Gehirn Nr. I, welches ich früher beschrieben habe, läuft diese innere obere Scheitelbogenwindung auf beiden Seiten lateral und wenigstens mit ihrem vorderen Schenkel oberflächlich und trennt die Fissura occipitalis perpendicularis externa von der interna, so dass die sogenannte Affenspalte nur unvollkommen entwickelt ist.

Bei dem Hamburger Gorilla-Gehirn Nr. II werden die genannten beiden Furchen durch die innere obere Scheitelbogenwindung auch von einander getrennt, aber das Verhalten der letzteren ist auf beiden Seiten etwas verschieden und eigenthümlich. Auf der linken Seite geht von dem oberen Drittel der hinteren Centralwindung eine Windung aus, welche den äußeren hinteren Theil des Vorzwickels bildet, sich aber auch unmittelbar in den lateralwärts gerichteten Schenkel der oberen inneren Scheitelbogenwindung fortsetzt, welche die Fissura occipitalis perpendicularis interna an ihrem oberen Ende abschließt. Von ihrem hinteren Schenkel geht nochmals eine Bogenwindung aus, welche sich zuerst horizontal nach außen wendet, und dann sich wieder medialwärts wendend, in die innere obere Spitze des Hinterlappens eindringt. Dieser zweite Bogen schließt die Fissura occipitalis perpendicularis externa oben ab. Auf der rechten Seite steht die innere obere Scheitelbogenwindung zwar auch mit einer, einen Theil des Vorzwickels bildenden, Windung in Verbindung, die aber hier nicht direkt von der hinteren Centralwindung ausgeht. Dann erfolgt auch der Übergang der inneren oberen Scheitelbogenwindung in den Hinterlappen in einem einfachen Bogen, durch welchen die Fissura occipitalis perpendicularis interna oben abgeschlossen und von der externa getrennt wird.

Bei dem Hamburger Gorilla-Gehirn Nr. III bildet die innere obere Scheitelbogenwindung auf der rechten Seite einen einfachen

lateralwärts verlaufenden Bogen, welcher die Fissura occipitalis perpendicularis interna oben abschließt, senkt sich aber mit ihrem hinteren Schenkel nicht in die Spitze, sondern erst etwas absteigend in den Hinterlappen ein, doch schließt dieser Schenkel die Fissura occipitalis perpendicularis externa ab. Auf der linken Seite senkt sich der vordere Schenkel der inneren oberen Scheitelbogenwindung erst in die Tiefe und bildet dann einen medialwärts gerichteten Bogen, der die Fissura occipitalis perpendicularis interna abschließt; dann steigt ihr hinterer Schenkel wieder etwas aufwärts, und bildet einen schwachen zweiten lateralwärts gerichteten Bogen, der nun mit seinem hinteren Schenkel auch nicht in die Spitze, sondern tiefer in den Hinterlappen übergeht, und die Fissura occipitalis perpendicularis externa abschließt. Beide Hauptwindungen laufen auf diese Weise auf beiden Seiten in entgegengesetzter Richtung.

Wieder anders ist das Verhalten bei dem Hamburger Gorilla-Gehirn Nr. IV. Die innere obere Scheitelbogenwindung verläuft auf beiden Seiten oberflächlich. Allein rechts hat ihr Bogen zwei Wurzeln, eine innere oberflächlich von dem Vorzwickel, eine zweite äußere aus der Tiefe dieses Vorzwickels hervorgehende. Die erste bildet den oberflächlichen Abschlussbogen für die Fissura occipitalis perpendicularis interna; die tiefe Wurzel fließt mit dem hinteren Schenkel dieses Bogens zusammen und bildet in der Tiefe einen zweiten nach vorwärts gerichteten Bogen, dessen hinterer Schenkel in der Tiefe in den Hinterlappen übergeht. Dieser zweite Bogen schließt die Fissura occipitalis perpendicularis externa ab, und drängt sich recht eigentlich zwischen beide Fissuren. Auf der linken Seite besitzt die innere obere Scheitelbogenwindung auch zwei Bogen, die beide lateralwärts verlaufen und beide, der hintere wenigstens theilweise, oberflächlich zum Vorschein kommen. Beide Bogen gehen mit ihren hinteren Schenkeln in den Hinterlappen über.

Bei dem Münchner Gorilla-Gehirn verlaufen die inneren oberen Scheitelbogenwindungen auf beiden Seiten oberflächlich und trennen die beiden Occipitalfurchen von einander. Allein ihre nähere Anordnung ist auch hier auf beiden Seiten verschieden, und schon ziemlich komplicirt. Auf der rechten Seite geht die Windung von dem hinteren Rande des Vorzwickels zuerst oberflächlich etwas nach vorn, dann in kurzem, lateralwärts gerichteten Bogen nach hinten und etwas in die Tiefe, wendet sich dann mit einem zweiten Bogen wieder nach vorn und zuletzt in kurzem Bogen nach rückwärts, um mit zwei Schenkeln, einem oberflächlichen und einem tiefen, in den

Zwickel überzugehen. Vorher aber nimmt der zweite Bogen noch eine zweite aus der Tiefe des Vorzwickels hervorgehende Wurzel auf. Auf der linken Seite fehlt diese tiefe Wurzel; die ganze innere obere Scheitelbogenwindung macht aber auch zwei oder eigentlich drei Bogen, einen größeren lateralwärts gerichteten vorderen, dann einen zweiten medialwärts verlaufenden, und mit dem dritten, wieder lateralwärts tretenden, geht er in den Hinterlappen über.

Es geht aus Vorstehendem hervor: Erstens, dass die obere innere Scheitelbogenwindung bei dem Gorilla schon ansehnlich komplicirt und jedenfalls ausgebildeter ist als bei dem Chimpansé und Orang. Zweitens, dass ihre Komplikation durch stärkere Windung und stärkeres Hervortreten von Wurzeln oder Faserzügen aus der Tiefe, hervorgerufen wird, und drittens, dass sie daher der menschlichen Bildung sich sehr nähert, und durch die Art ihrer Komplikation zeigt, dass auch bei dem Menschen ihre vielfach wechselnde Konformation theils durch Verschiedenartigkeit ihrer Windung, theils durch Hervortreten neuer Faserzüge aus der Tiefe hervorgebracht wird.

Es kombinirt sich hier das unter den niederen Affen bei den verschiedenen Arten getrennt auftretende Verhalten des Premier pli de passage supérieur externe und interne Gratiolet's bei dem Gorilla und dem Menschen in sehr interessanter Weise, und aufs Neue muss ich meine Verwunderung aussprechen, dass diese Windung die Aufmerksamkeit der verschiedenen Bearbeiter der Hirnwindungen bisher nicht in höherem Grade auf sich gezogen hat. Es muss mit ihr auch ein besonderes physiologisches Verhalten haben, und da man mit ihr, wenigstens mit ihren Rudimenten, auch bei Affen experimentiren könnte, so verdiente sie gewiss die Beachtung unserer neueren Phrenologen. Auch den Irrenärzten und pathologischen Anatomen wäre sie bestens zu empfehlen.

Ähnlich verhält es sich mit Gratiolet's deuxième pli de passage externe, der auch bei einigen Affen noch in der Tiefe der Fissura perpendicularis occipitalis externa steckt, bei anderen aber schon an die Oberfläche kommt; beim Menschen immer oberflächlich verläuft und wahrscheinlich an meiner zweiten und dritten Scheitelbogenwindung und deren oft schwierig zu analysirenden Komplikationen Antheil nimmt.

Umgekehrt in gewissem Sinne verhält es sich an der medialen Seite der Hemisphäre mit Gratiolet's pli de passage interne inferieur, oder meiner inneren unteren Scheitelbogenwindung. Diese

verläuft bei den meisten Affen oberflächlich und trennt die Fissura occipitalis perpendicularis interna von der Fissura calcarina (früher nach Gratiolet dem hinteren Theil der Fissura Hippocampi). Nur bei Hylobates und Ateles, dann aber fast immer bei dem Menschen, verläuft diese Windung in lateralwärts gerichtetem Bogen in der Tiefe, und dann gehen die genannten beiden Fissuren in einander über. Doch kommt auch bei dem Menschen, wenn gleich selten, ein oberflächlicher Verlauf der genannten Windung vor, wodurch beide Furchen von einander getrennt werden.

Aus dem mitgetheilten Verhalten der dritten Stirnwindung und der sogenannten Übergangswindungen bei den Affen, geht hervor, dass bei dem im Ganzen übereinstimmenden Typus der Anordnung der Großhirnwindungen bei Affen und Menschen, die Verschiedenheit zwischen beiden vorzüglich darin beruht, dass bei ersteren gewisse Windungen nicht oder nur unvollkommen zum Vorschein kommen, welche sich bei letzteren immer finden. Die Windungen, oder vielmehr die ihnen zu Grunde liegenden Faserzüge, treten dabei aus der Tiefe des Markkörpers der Hemisphären hervor, und breiten sich, von grauer Substanz umgeben, in verschiedener und allmählich immer komplicirterer Entwicklung an der Oberfläche der Hemisphären aus. Professor Heschel hat nachgewiesen, dass auch bei dem Menschen solche in der Tiefe stecken gebliebene Windungen, theils regelmäßig, wie z. B. in der Fossa Sylvii, theils individuell, wie in der Fissura centralis, vorkommen. Es wäre ihnen meiner Ansicht nach besondere Aufmerksamkeit zu widmen, weil sie unterscheidende und charakteristische Verschiedenheiten in den Hirnfunktionen entweder quantitativ oder selbst qualitativ repräsentiren können.

München, im August 1881.

Kleinere Mittheilungen.

Über das Verhalten der Klappen in den Cruralvenen, sowie über das Vorkommen von Klappen in den großen Venenstämmen des Unterleibes.

Von

Dr. N. Friedreich,
Professor in Heidelberg.

Bei einer von mir an einer größeren Zahl von Leichen angestellten Untersuchung über die Lage der Klappen in den Cruralvenen, sowie über das Vorkommen von Klappen in den großen Abdominalvenen beabsichtigte ich zunächst die Erledigung einer Reihe von die klinische Medicin berührenden Fragen, welche sich auf die Entstehung der in den Venen unter normalen und pathologischen Verhältnissen vorkommenden Töne und Geräusche beziehen. Da die hierbei gewonnenen Ergebnisse auch für die deskriptive menschliche Anatomie nicht ohne Interesse sind, so habe ich mich zu einer Publikation derselben an dieser Stelle entschlossen, und zwar um so mehr, als das »Deutsche Archiv für klinische Medicin«, in welchem ich meine Hauptarbeit demnächst zu veröffentlichen gedenke, den Anatomen von Fach wohl weniger zugänglich sein dürfte.

Meine Untersuchungen, bei denen ich mich der fördernden Unterstützung meines Kollegen, des Herrn Hofrath Prof. Dr. Arnold erfreute, beziehen sich auf die Leichen von 185 Individuen beiderlei Geschlechtes und verschiedenen Alters, welche den verschiedenartigsten Erkrankungen erlagen und welche mit nur vereinzelten Ausnahmen sämmtlich meiner Klinik entstammten.

Wenn ich zunächst zu den Cruralvenen mich wende, so fanden sich unter jenen 185 Leichen 137 mal beiderseits (74 %), 26 mal nur einerseits (14 %), darunter 15 mal nur rechts, 11 mal nur links, somit unter 370 Einzelvenen 300 mal (81 %) Klappenapparate in dem nach oben durch das Poupart'sche Band, nach unten durch einen 5 cm von demselben entfernten Punkte begrenzten Theil der Vene, welches Stück ich der Kürze wegen als den »obersten Abschnitt der Cruralvene« bezeichnen will. Ein beiderseitiges Fehlen von Klappen innerhalb des genannten Abschnittes habe ich unter obigen 185 Leichen 22 mal (12 %) vorgefunden, so dass demnach unter 370 Einzelvenen 70 mal (19 %) Klappen im bezeichneten Theil der Vene fehlten. Waren beiderseits Klappen vorhanden, so war deren Lage meist eine völlig symmetrische; doch konnte man auch nicht selten ein asymmetrisches Verhältnis in der Weise beobachten, dass auf der einen Seite die Klappen etwas höher oder tiefer gelagert waren, als auf der anderen.

Wenn man von der Gesammtzahl der 370 Einzelvenen 28 Fälle (fast 8 %), in denen die Klappen in einer der weiter unten anzuführenden Weisen als defekt und damit offenbar als schlussunfähig sich ergaben, so wie jene 70 Fälle abrech-

net, in denen überhaupt Klappen fehlten, so bleiben 272 Venen (74 %), welche mit wohlausgebildeten, schlussfähigen Klappenapparaten ausgerüstet waren. Man kann somit das Vorkommen von Klappen überhaupt, sowie speciell von sufficienten Klappen im obersten Abschnitte der Cruralvenen als ein der Regel sich näherndes Verhalten bezeichnen.

Gewöhnlich finden sich in solchen Cruralvenen, deren oberster Abschnitt klappenfrei ist, Klappenapparate an einer mehr oder minder tieferen Stelle, resp. innerhalb der nach oben durch den genannten Abschnitt, nach unten durch die Einmündung der Vena profunda begrenzten Strecke. Einen Mangel von Klappen auch innerhalb der letzteren Strecke, so dass die obersten Klappen erst an der Einmündungsstelle der Vena profunda saßen, habe ich bei 185 Leichen 12mal beiderseits, 10mal nur rechts, 5mal nur links vorgefunden, demnach unter 370 Einzelvenen 39 mal (10,5 %). Konstant aber finden sich Klappenapparate, gleichviel ob solche in den höher oben gelegen Theilen der Vene vorhanden sind oder nicht, unmittelbar über der Einmündungsstelle der Vena profunda, woselbst ich dieselben in keinem einzigen Falle vermisste. Dieselben waren fast immer in normaler Weise ausgebildet und zweifelsohne schlussfähig, nur 2 mal unter 370 Einzelvenen habe ich dieselben an der Leiche rudimentär und offenbar insufficient vorgefunden; in beiden Fällen aber saßen höher oben in nächster Nähe des Poupart'schen Bandes gut entwickelte Klappen, in dem einen der Fälle außerdem noch ein zweiter, gleichfalls gut ausgebildeter Klappenapparat in der Vena iliaca externa, so dass die Vena profunda femoris in der konstantesten Weise gegen den Rückfluss des Blutes gesichert erscheint.

Gewöhnlich sind die in der Cruralvene vorhandenen Klappenapparate aus zwei, selten aus drei Täschchen zusammengesetzt, in welchen letzteren Fällen alsdann das dritte Täschchen meist niedriger und schmäler ist, als die beiden anderen. Aber ich habe auch einzelne Fälle gesehen, in denen der Klappenapparat lediglich durch ein einziges Täschchen gebildet wurde, welches aber bei seiner ungewöhnlichen Breite und Höhe doch als für den Abschluss genügend betrachtet werden konnte.

Die an den Klappenapparaten vorkommenden Veränderungen, welche eine offenbare Schlussunfähigkeit derselben bedingen, sind verschiedener Art. Bald sind beide Klappentäschchen, manchmal nur eines derselben, ungewöhnlich klein und niedrig, augenscheinlich in Folge zurückgebliebenen Wachsthums, stellen nur niedrige, sichelförmige Bildungen oder selbst nur leistenförmige Erhebungen dar, bald sind sie nur noch als bogenförmige Linien auf der Innenhaut der Vene angedeutet. Manchmal sind die vorhandenen Klappenreste entschieden verdickt, und bestehend aus einem derben, sklerotischen Bindegewebe, so dass es sich weniger um den Ausdruck einer defekten Entwicklung oder einfachen Atrophie, als vielmehr um die Folge eines der chronischen Endocarditis der Herzklappen analogen, mit Retraktion und Schrumpfung einhergehenden chronischen Entzündungsprocesses zu handeln scheint (Endophlebitis valvularis chronica). Fensterungen, wie solche an den Semilunarklappen des Herzens bekanntlich sehr häufig vorkommen, habe ich an den Venenklappen niemals gesehen, eben so wenig partielle Ablösungen derselben von ihren Ansatzstellen. Solche, in der einen oder anderen Weise offenbar insufficiente Klappenapparate habe ich unter jenen 137 Leichen, in denen überhaupt Klappen im obersten Abschnitte der Cruralvenen beiderseits vorhanden waren, 24 mal vorgefunden (5mal beiderseits, 8mal nur rechts, 6mal nur links), und unter den 26 Leichen, in denen in der bezeichneten Venenstrecke nur einerseits Klappen lagen, 4mal (d. h. einmal unter 15 in der rechten, 3mal unter 11 in der linken Cruralvene vorhandenen Klappen). Es ergiebt sich somit, dass unter 300 in ihrem obersten Abschnitte mit Klappenapparaten überhaupt ausgerüsteten Schenkelvenen 28 mal (9,3 %) Insufficienz der Klappen nachgewiesen werden konnte.

Bei meinen auf die Verhältnisse der Cruralvenenklappen gerichteten Untersuchungen habe ich immer zugleich auch die großen intraabdominellen Venenstämme berücksichtigt, und bin dabei zu dem überraschenden Ergebnisse eines häufigen Vorkommens von Klappenapparaten in den letzteren gekommen.

So begegnete ich in der Vena iliaca externa unter 185 Leichen Klappenapparaten 41mal (über 22 %) beiderseits, 48mal (26 %) nur auf einer Seite, davon 36mal nur rechts, 12mal nur links. Es treffen somit auf 370 Einzelvenen 130 klappenführende (über 35 %). In den Fällen des doppelseitigen Vorkommens lagen die Klappen meist vollkommen oder nahezu symmetrisch, und saßen eben so, wie in den Fällen des nur einseitigen Vorkommens, häufiger noch in der oberen, als in der unteren Hälfte der Vene, nicht selten gleich unterhalb der Einmündungsstelle der Vena hypogastrica. Dass die in der Vena iliaca externa gelegenen Klappen nicht etwa als Äquivalente für die im obersten Abschnitte der Cruralvene vorkommenden Klappenapparate, gewissermaßen als an Stelle letzterer, nur höher oben zur Entwicklung gekommene Klappen aufgefasst werden durften, zeigte der Umstand, dass mit nur einigen Ausnahmen doch die Cruralvenenklappen nicht fehlten. Nur in einem einzigen Falle fand ich in der rechten Vena iliaca externa zwei über einander gelegene Klappenapparate, von denen der untere, nur rudimentär entwickelte, etwa der Mitte zwischen Poupart'schem Bande und Einmündungsstelle der Vena hypogastrica entsprach, der obere, sehr gut entwickelte, hart unter der Einmündungsstelle der letzteren Vene gelegen war. Die linke Vena iliaca externa war in diesem Falle frei von Klappen; dagegen fanden sich in beiden Cruralvenen unmittelbar unter dem Poupart'schen Bande gut entwickelte Klappenapparate.

Auch an den in den Venae iliacae externae gelegenen Klappen beobachtete ich nicht selten dieselben mehr oder minder unvollständig ausgebildeten, verkümmerten und damit entschieden insufficienten Zustände, wie ich sie vorhin für die Cruralvenenklappen geschildert habe; ja es zeigte sich selbst, dass dieselben viel häufiger als diese insufficient waren. So bestand unter den 41 Individuen, welche in beiderseitigen Venen Klappen besaßen, zweifellose Insufficienz 9mal beiderseits, 1mal bloß rechts, 7mal bloß links, und unter den 36 Individuen, welche nur rechts Klappen hatten, 13mal, unter den 12 Individuen, welche nur links Klappen hatten, 5mal. Es ergiebt sich somit, dass unter 130 Klappenapparaten, die in der Vena iliaca externa lagen, 44mal Insufficienz bestand (34 %), während die Häufigkeit der Insufficienz der dem obersten Abschnitte der Cruralvene angehörigen Klappen, wie oben erwähnt wurde, nur auf über 9 % sich berechnet.

Auch in der Vena iliaca communis habe ich, allerdings nur in seltenen Fällen, Klappenapparate vorgefunden, und zwar unter obigen 185 Leichen 1mal beiderseits an symmetrischen Punkten, 2mal nur rechts, 1mal nur links, also unter 370 Einzelvenen 5mal (1,4 %). In dem Falle, in dem nur linkerseits Klappen bestanden, fanden sich auch noch Klappen in der gleichseitigen Vena iliaca externa unmittelbar unter der Einmündungsstelle der Vena hypogastrica.

In der Cava inferior habe ich niemals Klappen gesehen. Die übrigen intraabdominalen Venenstämme (Venae renales etc.) habe ich nicht in das Bereich meiner Untersuchung gezogen.

Es ergiebt sich aus dem Mitgetheilten, dass das Vorkommen von Klappen in den Venae iliacae externae und communes, wenigstens was die ersteren anbetrifft, eine keineswegs seltene Erscheinung darstellt, und dass somit die dogmatische, in allen Handbüchern der deskriptiven Anatomie sich wiederholende Lehre, nach welcher mit dem Eintritt der Schenkelvene in den Unterleib die Klappen sich verlieren, eine irrige ist und den thatsächlichen Verhältnissen nicht entspricht.

Heidelberg, 26. Februar 1881.

Über das Becken der Fische.

Von

Dr. R. Wiedersheim,

a. o. Professor in Freiburg i. B.

Mit zwei Holzschnitten.

Schon vor zwei Jahren stellte ich über das obgenannte Thema zur eigenen Belehrung einige Untersuchungen an, ohne dieselben jedoch zu einem definitiven Abschluss zu bringen. Ich würde auch jetzt noch mit der Veröffentlichung einiger dabei erzielter Resultate zurückgehalten haben, würden mich nicht die kürzlich publicirten, schönen Untersuchungen v. DAVIDOFF's über denselben Gegenstand (Morphol. Jahrb. V, VI) dazu nöthigen.

DAVIDOFF spricht sämmtlichen Knochen-Ganoiden, mit Ausnahme von Polypterus, ein Becken ab, eine Ansicht, mit der ich vollständig einig gehe. Was aber bei letztgenanntem Fisch als »Becken« bezeichnet wird, ist kein solches, sondern die rechte und linke Knorpelapophyse der beiden Metapterygoide. Das Becken selbst wird durch den von DAVIDOFF zwischen jenen Apophysen aufgefundenen »unpaaren Knorpel« repräsentirt. Ich hatte Gelegenheit vier Exemplare von Polypterus zu untersuchen und fand den fraglichen Knorpel bei dreien davon paarig (Fig. 1 *a*, *b*), bei einem unpaar. Aber auch bei diesem einen Exemplar deutet die lang ausgezogene Apophyse der linken Seite darauf hin, dass er mit letzterer erst sekundär zusammengeflossen ist und so also gerade den umgekehrten Vorgang darstellt, als wie ihn DAVIDOFF auffasst (Fig. 2 *a*). Dieser lässt nämlich den unpaaren Knorpel erst se-

Fig. 1.

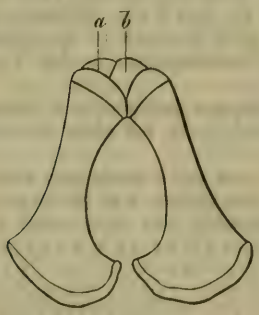
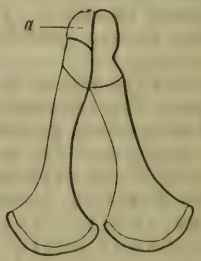


Fig. 2.



kundär von der Apophyse sich abgliedern, während ich nachzuweisen vermochte, dass die Doppelnatur des Polypterus-Beckens, ganz nach Analogie des Selachier-Beckens, das ursprüngliche Verhalten darstellt.

Es thut mir leid, dass ich mich DAVIDOFF auch in der Deutung des Teleostier-Beckens nicht anschließen kann, denn auch die als solches aufgefassten Theile sind, wie man an jungen Thieren und namentlich schön an Siluroiden sehen kann, nichts Anderes, als die dem Vorderende des Basale metapterygii aufsitzenden Knorpelapophysen. Ein wirkliches Becken ist bei Teleostiern nicht nachzuweisen.

Was endlich die Knorpelganoiden anbelangt, so soll hier Polyodon folium allein ein Becken besitzen. Davidoff schließt dies aus dem Verlauf der Nerven und namentlich aus den topographischen Beziehungen der Nerven-Kanäle. Ich finde nun, dass letztere in Zahl und Lage ganz außerordentlich schwanken, ja dass sie wohl auch ganz fehlen können. Nach meiner Überzeugung ist daher der als »Becken« bezeichnete Knorpelkomplex eben so gut ein Basale metapterygii, als wir ein solches bei allen übrigen Knorpelganoiden nachzuweisen im Stande sind.

Sämmtlichen Knorpelganoiden spreche ich daher eben so wie den Knochenfischen jede Spur eines Beckens ab.

Von Interesse dürfte auch im Hinblick auf die neulich erschienene Dissertation von Bunge über die Entwicklungsgeschichte des Beckengürtels folgende Notiz sein.

Bei einem 42 cm langen Exemplar von Polyodon folium fand ich die, gewöhnlich in großer Anzahl differenzirten, Spangen des Basale metapterygii (des »Beckens«: Davidoff) zu einer einzigen Platte vereinigt. Es war dies auf beiden Seiten der Fall. Lässt sich konstatiren, dass Thacher, Bunge und Davidoff größere Exemplare untersucht haben, so wäre damit die Ansicht des letztgenannten Autors, dass es sich um eine erst sekundär erfolgende Spaltung der ursprünglich einheitlichen Platte handelt, der Wahrscheinlichkeit sehr viel näher gerückt. Die daraus sich ergebenden Konsequenzen für die Thacher-Gegenbaur'sche Theorie über die Entstehung der Extremitäten liegen auf der Hand.

Freiburg i. B., im Januar 1881.

Galilei über Knochenformen.

Von

Dr. A. Rauber,
ao. Professor in Leipzig.

Nur Wenigen ist es wohl bekannt, dass Galilei auch die thierischen und menschlichen Knochen in das Bereich seiner Untersuchungen gezogen hat. Selbst die ausführlicheren Osteologien gedenken seiner mit keinem Worte. Und doch spricht er an zwei Stellen eines seiner berühmten Dialoge in so interessanter Weise von der Bedeutung der Form für die Leistung der Knochen, dass seine Bemerkungen nicht vergessen zu werden verdienen. Mich selbst brachte ein Zufall auf diesen historischen Fund. Mögen darum die folgenden Zeilen dazu bestimmt sein, den Zweck zu erreichen, Galilei künftighin einen wohlverdienten Platz in der Lehre von den Knochen zu sichern. Eine Besichtigung der von ihm zur Erläuterung seiner Angaben beigefügten beiden Holzschnitte von Oberschenkelbeinen wird zwar vielleicht nicht zur Befriedigung mancher Kenner ausfallen; denn jene Zeichnungen sind sehr unbestimmt gehalten. Indessen bleibt zu bedenken, dass dieselben ihre Aufgabe vollständig erfüllen und dass es Galilei auf eine sorgfältige Darstellung der Einzelheiten und Fortsätze nicht ankommen konnte. Möglicherweise sind die Zeichnungen sogar mit Absicht ganz allgemein gehalten. Auch steht es frei, dem Xylographen, der offenbar kein Meistersück seiner Kunst zu liefern hatte, einen Theil der Verantwortung aufzubürden.

Galilei's Bemerkungen werden veranlasst durch die Untersuchung des Einflusses, welchen die Länge und Dicke von Säulen auf ihre Tragfestigkeit

ausübt. Dies führt ihn zu dem Hinweis, dass weder die Kunst noch die Natur ihre Maschinen in beliebig großer Ausdehnung auszuführen im Stande sind, sondern dass die Beschaffenheit des Materials Beschränkungen auferlegt. Die Äste stark vergrößerter Bäume würden schließlich durch ihr eigenes Gewicht abbrechen. Es würde unmöglich sein, Menschen, Pferden oder anderen Thieren eine ungeheure Größe zu geben, sie aber zugleich mit geeigneten Knochen auszustatten, wenn man nicht entweder ein viel härteres Material für dieselben nehmen oder sie deformiren wollte. Die Stelle ist wörtlich folgende[1]: »Or vedano come dalle cose sin qui dimostrate apertamente si raccoglie l'impossibilità del poter non solamente l'arte, ma la natura stessa crescer le sue macchine a vastità immensa, sicchè impossibil sarebbe fabricar Navilii, Palazzi, o Templi, vastissimi, li cui remi, antenne, travamenti, catene di ferro, ed in somma le altre lor parti consistessero: come anco non potrebbe la natura far alberi di smisurata grandezza, poichè i rami loro gravati dal proprio peso finalmente si fiaccherebbero; e parimente sarebbe impossibile far strutture di ossa per uomini, cavalli o altri animali, che potessero sussistere, e far proporzionatamente gli uffizi loro, mentre tali animali si dovessero augumentare ad altezze immense, se già non si togliesse materia molto più dura, e resistente della consueta, o non si deformassero tali ossi sproporzionatamente ingrossandogli, onde poi la figura ed aspetto dell' animale ne riuscisse mostruosamente grosso.«

Beispielsweise stellt Galilei darauf die oben erwähnten beiden Figuren vor Augen und bemerkt, dass ein dreifach verlängerter Knochen, welcher in einem großen Thiere die verhältnismäßige Leistung des kleineren übernehmen soll, nicht auch nur dreifache Dicke, sondern einen solchen Durchmesser erhalten müsse, wie die zweite Figur ihn zeige. Geschehe es nicht, so erleide der Knochen eine hochgradige und gefährliche Schwächung. Mit der Verkleinerung eines Körpers andererseits vermindere sich nicht auch in gleichem Maße die Kraft. So könne wohl ein kleiner Hund zwei oder drei Hunde von seiner eigenen Größe auf seinem Rücken tragen, ein Pferd aber kaum ein zweites von gleicher Größe. Während diese Verhältnisse bei den Landthieren von großer Bedeutung seien, lägen dagegen bei den Wasserthieren die Dinge aus dem Grunde anders, als bei letzteren das Wasser den Haupttheil der zu tragenden Last übernehme. Im Wasser könnten darum Thiere von ungeheuren Dimensionen leben, nicht aber auf dem Lande, d. h. in der Luft; denn was man Landthiere nenne, werde rationeller Luftthiere genannt, da dieselben in der Luft leben, von Luft umgeben sind und Luft athmen.

An einer späteren Stelle (pag. 570), bei Gelegenheit der Untersuchung von Hohlcylindern auf ihre Tragkraft, kommt Galilei auf die Knochen zurück und hebt in dieser Richtung die hohlen Knochen der Vögel hervor. Sehr hübsch ist hierbei die gegebene Erinnerung an die Hohlbildung der Getreidehalme u. s. w., ein Punkt, der wohl nur selten beim Betrachten des Getreides ein Gegenstand des Nachdenkens gewesen sein mag. Die Stelle ist folgende: »Solo per ora per ultimo termine degli odierni ragionamenti voglio aggiugnere la speculazione delle resistenze de i solidi vacui, de i quali l'arte, e più natura si serve in mille operazioni; dove senza crescer peso si cresce grandemente la robustezza: come si vede nell' ossa degli ucelli, ed in moltissime canne, che son leggiere, e molto resistenti al piegarsi, e rompersi, che se un fil di paglia, che sostien una spiga più grave di tutto il gambo, fusse fatto della medesima quantità di materia, ma fusse massiccio, sarebbe assai meno resistente al piegarsi ed al rompersi. E con tal ragione ha osservato l'arte, e confermato l'esperienza, che una asta vota, o una canna di legno, o di metallo, è molto più salda che se fusse di altrettanto peso e della medesima lunghezza massiccia, che in conseguenza sarebbe più sottile, e però l'arte ha trovato di far vote dentro le lance, quando si desideri averle gagliarde, e leggiere.«

Leipzig, im Mai 1881.

[1] Opere di Galileo Galilei. Nuova edizione, Firenze 1718. Tomo sec., Dialogo sec., pag. 559.

Beiträge zur Myologie der hinteren Extremität der Reptilien.

Von

Dr. ph. Hans Gadow.

Mit Tafel XVII—XXI und 4 Holzschnitten.

Die vorliegende Arbeit behandelt die Muskulatur des Beckens und der gesammten hinteren Extremität der mit wohl entwickelten Gliedmaßen versehenen Reptilien. Die Anregung zum Studium der Muskulatur der hinteren Gliedmaße verdanke ich Herrn Geheimrath GEGENBAUR, und hatte ich zuerst, besonderer Gründe halber, die Vögel, speciell die Ratiten [1] in Untersuchung genommen. Es zeigte sich aber bald, dass zu einer richtigen Auffassung der Vogelmuskulatur die Untersuchung der Reptilien unumgänglich nothwendig ist, und dass eine direkte Vergleichung der Vogelmuskeln mit denen der Säugethiere nur zu wenig befriedigenden Resultaten leiten würde, dass vielmehr die Vergleichung auf dem Umwege über die tiefer stehende Klasse der Reptilien zu erfolgen habe.

Schon während der Ratitenbearbeitung untersuchte ich desshalb die Crocodilinen, gab dann die Carinaten vorläufig auf und beschloss auf den Rath Professor GEGENBAUR's durch das Studium der Reptilien eine Basis für eine vergleichende Myologie der hinteren Gliedmaße und des Beckens der höheren Wirbelthiere zu schaffen.

Die Disposition der Arbeit ist folgende:

Theil I. Untersuchung.

Kap. I. Kurze Besprechung der Beckenknochen und der Schwanzwirbel.

[1] HANS GADOW, Zur vergleichenden Anatomie der Muskulatur des Beckens und der hinteren Gliedmaße der Ratiten. 4°. 5 Tafeln. Jena 1880.

Kap. II. Die Nerven des Beckens, der hinteren Extremität und des Schwanzes.

Kap. III. Beschreibung und vergleichende Betrachtung der Muskeln und zwar

§ 1. Muskeln des Schwanzes und der Analregion.

§ 2. Muskeln der gesammten hinteren Extremität.

Theil II. Ergebnisse.

Die Beschreibung der einzelnen Muskeln nebst ihrer Innervation habe ich fast ausschließlich nach den eigenen Untersuchungen der weiter unten angeführten Species gegeben, und nur wo ich in der Litteratur bedeutsame Abweichungen fand, oder wenn mir einzelne Formen, wie Liolepis Belli und Chamaeleon Parsonii nicht selbst zugänglich waren, wurde die betreffende Beschreibung der angeführten Litteratur entnommen.

Ich habe die auf den in dieser Abhandlung bearbeiteten Stoff bezügliche Litteratur mit möglichster Vollständigkeit gegeben oder wenigstens alle die von mir benutzten Arbeiten erwähnt.

Der Beschreibung der einzelnen Muskeln ist die Synonymie vorausgeschickt, verbunden mit Angabe der Stellen, wo der Autor den betreffenden Muskel erwähnt. Dabei zeigen der Kürze halber die Buchstaben *C.*, *H.*, *S.*, *Ch.* an, ob die Beschreibung sich auf die Crocodilinen, auf Hatteria, Saurii oder endlich auf die Chelonii bezieht. Die beigesetzten Zahlen beziehen sich entweder auf die Nummer, unter welcher der Muskel beschrieben worden (wie Bojanus, Wiedemann und Hoffmann), auf die Seitenzahl allein (Cuvier, Buttmann, Gorski, Owen, Sanders), oder auf beide (Meckel und Stannius), in welch letzterem Falle dann die erste Zahl die Nummer, die zweite die Seitenzahl bedeutet.

Diese Zusammenstellung der Synonymie war eine äußerst zeitraubende Arbeit, und gewährte die Beendigung dieses Unternehmens mir bei Weitem nicht die Befriedigung, die mit der darauf verwendeten Mühe im rechten Verhältnis stehen würde. Im Gegentheil, ich bin mir wohl bewusst, in manchen Fällen nur ein der Nachsicht bedürftiges Stückwerk geliefert zu haben, da manche der gegebenen Referenzen am unrechten Orte gebracht und auf ganz andere Muskeln bezogen sein mögen.

Dies veranlasst mich, etwas über den Werth und die Art der angeführten Litteratur zu sagen.

Dass in dieser vorliegenden Arbeit die Synonymie nicht einfach ausgelassen werden durfte, war zweifellos, da viele der im Texte gebrachten Muskelbezeichnungen, von denen manche überhaupt erst von mir gegeben werden mussten, eine Bezugnahme auf frühere Arbeiten unbedingt verlangten.

Es ist viel über die Muskulatur der hinteren Gliedmaße der Reptilien geschrieben worden, aber wenig, was einem späteren Bearbeiter von wirklichem Nutzen sein kann. Dies gilt besonders von den citirten Werken Cuvier's und Meckel's. Es ist zwar ein reiches Beobachtungsmaterial darin niedergelegt worden und in für die damalige Zeit bewundernswürdiger Weise — aber die Beschreibungen sind erstens von keinen Abbildungen unterstützt, und zweitens sind sie entweder so kurz und allgemein gehalten (Cuvier) oder häufig so unbestimmt und verworren, dass man bisweilen alles Mögliche aus ihnen herauslesen kann. Ein Beispiel hierfür sind die von Meckel nicht namentlich, sondern nur mit Nummern bezeichneten Muskeln. Die Richtigkeit der gegebenen Referenzen kann daher nur einen gewissen Grad von Wahrscheinlichkeit beanspruchen.

Von großem Nutzen dagegen war mir Bojanus' Werk; ferner die Arbeiten von Mivart und Sanders, diese beiden hauptsächlich, als die von diesen Anatomen behandelten Reptilien mir nicht selbst zur Untersuchung zu Gebote standen.

Für die Vergleichung als äußerst werthvoll sind zu nennen: Fürbringer, de Man und Humphry. Im Übrigen sei auf das bei der Anführung der Litteratur Gesagte verwiesen.

Bei dem Bestreben nach einer rationellen Bezeichnung der Muskeln folge ich, wie de Man und Hoffmann, Fürbringer's Methode, d. h. ich leite den Namen für einen Muskel aus dessen Ursprung und Insertion ab und lasse mich bei der Vergleichung desselben mit den Muskeln anderer Thiergruppen hauptsächlich von der Innervation leiten.

Ich habe mich nun aber zu rechtfertigen, wesshalb ich die von Fürbringer (betreffs Hoffmann cf. Anmerkung auf pag. 337) schon im Jahre 1870 vorgeschlagenen Namen nicht durchgängig adoptirt habe. Fürbringer fasste in seiner Arbeit »Die Knochen und Muskeln der Extremitäten bei den schlangenähnlichen Sauriern« die Ossa pubis Autt. als Ossa ileopectinea auf und die Ossa ischii Autt. bestanden nach ihm aus den kombinirten Ossa pubis + ischii. Die von mir gebrauchten Namen sind aber meistens auf die Fürbringer'schen zurückzuführen, indem man einfach pubis anstatt ileopectineo und ischio für pubo-ischio zu setzen hat. So ist z. B. mein

M. pubi-ischio-tibialis = Fürbringer's M. ileopectineo-pubo-ischio-tibialis. Die Bezeichnung trochantineo, z. B. für die Mm. ileopectineo-trochantinei Fürbringer = pubi-ischio-femoralis, wurde nicht benutzt, da diese Muskeln selbst bei den Reptilien nicht immer an den Trochanteren, oder auch nur in der Regio trochanterica inseriren, mithin eine solche Präcisirung der Insertion im Namen vermieden werden sollte.

Da de Man Fürbringer's Princip folgt, jedoch wie ich das Becken für aus den Ossa pubis ischii et ilei zusammengesetzt hält, so habe ich seine für die Muskulatur der Urodelen eingeführten Namen annehmen können, und nur in einzelnen Fällen sah ich mich genöthigt, von unserm Princip (Benennung nach Ursprung und Insertion) abweichend, neue Bezeichnungen aufzustellen. Dies gilt von dem M. ambiens (No. 1), dem M. flexor tibialis externus (No. 8), und dem M. flexor tibialis internus (No. 9). Diese physiologischen Namen bedürfen der Rechtfertigung.

Die drei in Rede stehenden Muskeln zeigen, wie man aus dem Texte ersehen wird, ein so verschiedenes Verhalten in ihrem Ursprunge, dass hieraus abgeleitete Namen wohl für die eine, nicht aber für die nächstverwandte Gruppe selbst innerhalb der Reptilien passen[1].

Anderseits zeigen diese beiden letzteren Muskeln in ihrem allgemeinen Verhalten, sowohl in der Lagerung, Funktion und ganz besonders in ihrer Innervation eine solche Konstanz, dass ihre Homologie bei den verschiedenen Reptilien, Vögeln und Säugethieren ziemlich sicher festgestellt, mithin für sie auch je ein gemeinsamer Namen angewandt werden kann.

Die anatomisch recht gut klingenden Namen M. ischio-tibialis und M. ilio-tibialis würden nur auf die Crocodilinen, Urodelen und Vögel passen, und einen rein morphologischen und zugleich praktischen Namen für diesen Muskel bei den Sauriern und vor Allem bei Hatteria zu finden, ist einfach unmöglich. Beide Muskeln ziehen

[1] Ich habe mich in dieser ganzen Arbeit stets bemüht, solche Namen zu schaffen, die wo möglich auf alle höheren Vertebraten anwendbar sein sollten, um eine einheitliche, wirklich vergleichende Myologie der Vertebraten (mit Ausschluss der Fische) anzubahnen. Wohin eine einseitige Betrachtung führt, habe ich nachträglich an den Namen der Ratitenmuskeln gesehen, bei denen durch eine geringe Änderung oder Verallgemeinerung einzelner Namen (hätte ich damals schon den Überblick über die Reptilienmuskulatur gehabt) die jetzt nöthigen, im Texte dieser Arbeit später angeführten Korrekturen vermieden worden wären.

den Unterschenkel an das Femur, und ist ihr Angriffspunkt mehr oder weniger direkt der proximale Theil der Tibia, sie beugen mithin die Tibia. Die Schildkröten und Saurier zeigen ferner, dass diese ganze Muskelmasse als eine ursprünglich einheitliche aufzufassen ist, die sich dann mit der größten Mannigfaltigkeit in eine Pars iliaca und in eine Pars ischiadica spalten und später wieder zu neuen Köpfen oder auch Insertionsenden vereinigen kann. Die hieraus entstehende Schwierigkeit bei Benennung dieser Muskeln zeigt ihre Synonymie. Ich schlage desshalb für die ganze Gruppe den indifferenten Namen M. flexor tibialis vor und unterscheide dabei einen externus, d. h. die mehr dorsal gelegene, und einen internus, die mehr ventral gelegene Portion. Es wirken zwar noch zwei andere Muskeln, nämlich M. pubi-tibialis und M. pubi-ischio-tibialis, als Flexoren des Unterschenkels, aber diese Muskeln sind zu scharf definirt, als dass sie der Gefahr einer Verwechslung mit den Flexores tibiales ausgesetzt sein könnten.

Eine noch größere Schwierigkeit erhob sich bei dem Versuch einer durchführbaren Bezeichnung für den M. No. 9. Die Adoption des jetzt wohl ziemlich bekannten Namens M. ambiens gestehe ich als einen Ausweg zu, durch welchen die Schwierigkeit durchaus nicht gehoben wird, zumal diese Bezeichnung auch nicht den leisesten Wink für Lage, Funktion oder Innervation des Muskels bietet.

Bei der Benennung der am Unterschenkel und Fuß liegenden Muskeln bekenne ich mich ebenfalls der Inkonsequenz schuldig, aber die Konsequenz zu weit getrieben, führt manchmal »zu bitterm Ende«. Will man bei diesen Muskeln, wie Fürbringer und Hoffmann gethan, wirklich genau den mannigfachen Ursprung und die Insertion berücksichtigen, so treten Einem zwei erhebliche Schwierigkeiten in den Weg.

Erstens eine morphologische, wenn der Ausdruck gestattet ist. Ein Muskel wie der M. gastrocnemius z. B. entspringt entweder vom Femur und von der Tibia (Reptilien und Vögel) oder nur von den Condylen des Femur (Mensch und andere Säugethiere). Oder, um bei den Reptilien zu bleiben, der M. peroneus posterior bildet zum großen Theile die Fortsetzung der über das Knie laufenden Sehne des M. ambiens bei den Crocodilinen, zugleich auch der Endsehne des M. extensor tibialis und des M. femoro-tibialis: bei den Sauriern aber entspringt er vom Condyl. ext. femoris, bei Chamaeleon von der Fibula. — Äußerst verschieden ist selbstverständlich

die Insertion der meisten Fußmuskeln bei den Reptilien verglichen mit denen der Säugethiere und Vögel. Eine allgemeingültige Bezeichnung aus Ursprung und Insertion abzuleiten, ist daher in vielen Fällen hier unmöglich.

Zweitens, eine philologische, oder in noch höherem Grade eine praktische Schwierigkeit: Namen wie M. epicondylo-fibulo-tibio-digitalis ventralis profundus (Fürbringer) und M. femoro-tibiali-tarsum-metatarsum V (Hoffmann) sind ohne Zweifel zu unbehilflich, und die Befolgung des hierin befolgten Princips würde bei den verschiedenen Vertebraten zu allen möglichen Kombinationen von Femur, Tibia, Fibula einerseits, und Tarsus, Metatarsus und Digitus I—V anderseits führen. Die Vergleichung solcher Namen mit einander hebt dann aber ihren Nutzen völlig auf.

Ich habe daher die alten seither gebräuchlichen Namen möglichst beibehalten, zumal die meisten derselben, wie M. tibialis anticus, M. gastrocnemius, M. peroneus etc. wenigstens etwas topographisch sind, und nicht wie der M. vastus, M. sartorius, M. semitendinosus und ähnliche mittelalterliche Bezeichnungen den Leser völlig im Dunkel lassen über die Region, welcher der so bezeichnete Muskel angehört.

Wenn ich im zweiten Theile dieser Arbeit bei der Vergleichung der Reptilienmuskeln nicht nur die Vögel und theilweise die Säugethiere, sondern auch die Urodelen heranziehe, so konnte ich dies nur, als mir die Untersuchungen von Humphry (Cryptobranchus und Lepidosiren), von Mivart (Menopoma und Menobranchus) und vor Allem de Man's (Salamandra) genügendes Material darzubieten schienen. Ich fand dabei, dass die Vergleichung der Muskulatur von Hatteria mit der von Salamandra bedeutend leichter ist, als die der Eidechsen oder Krokodile mit der der Schildkröten.

Der eigentliche Ausgangspunkt für eine vergleichende Myologie der Wirbelthiere werden natürlich die Fische, speciell die Selachier und Knorpel-Ganoiden sein. Hier und da erlaubte ich mir zwar, gestützt auf die bewundernswerthen Arbeiten von Davidoff's, eine Anknüpfung an das primitive Verhalten der Muskeln jener Fische zu suchen; die Ausführung der Verknüpfung der Fische mit den Amphibien haben wir jedoch hoffentlich bald von Davidoff selbst zu erwarten.

. Zur eigenen Untersuchung standen mir folgende Species zu Gebote:

Alligator mississipiensis Gray. 5 Exemplare.
Crocodilus acutus.
Monitor drazaena Gray. (Auf p. 58 dieses Bandes fälschlich als M. indicus angeführt.
Hydrosaurus giganteus Gray.
Hydrosaurus salvator Wagler. = H. marmoratus Weigmann.
Iguana tuberculata.
Lacerta viridis. 2 Exemplare.
L. muralis. 4 Exemplare.
L. coerulea. 4 Exemplare.
L. stirpium. 4 Exemplare.
Cnemidophorus sp. 3 Exemplare.
Cyclodus gigas Boddaert. = C. Boddaerti Dum. et Bibr.
Ophryoessa superciliosa Boie.
Polychrus marmoratus Cuv.
Phrynosoma cornutum Gray.
Ptyodactylus sp. 2 Exemplare.
Chamaeleon vulgaris Daud. = Ch. africanus Laur.
Chamaeleon sp.
Hatteria punctata.
Emys europaea Gray.
E. serrata.
Testudo tabulata.
T. microphyes.
Im Ganzen 23 Species in 40 Exemplaren[1].

Die anatomischer Untersuchung so schwer zugängliche Hatteria verdanke ich Mr. Forbes, Prosector der zoologischen Gesellschaft zu London. Dr. Günther ferner hatte die Güte, mir die Sektion eines riesigen Exemplares der Testudo microphyes von den Gallapagos-Inseln zu gestatten. In Bezug auf die Osteologie bin ich den Herren

[1] Hierzu kommen noch folgende der Litteratur entnommene Species:
Crocodilus niloticus, Chamaeleon Parsonii Cuv., Platydactylus japonicus Schlegel, Liolepis Belli, Phrynosoma coronatum Blainv, Gongylus ocellatus, Euprepes septemtaeniatus Russ, E. carinatus Schneid., Chelonia imbricata D. e. B., Chelemys victoria u. m. A.

Prof. Flower und Prof. Huxley zu großem Danke verpflichtet, da jene Herren mir die unumschränkte Benutzung der reichen Sammlungen des College of Surgeons resp. der School of Mines gestatteten.

Die überwiegende Masse des bearbeiteten Materials jedoch wurde mir von Herrn Professor Gegenbaur zu Gebote gestellt, und kann ich demselben für seine fortwährende Anregung, und Unterstützung mit Rath und That, nicht genug danken.

London, z. Z. British Museum, April 1881.

Litteratur.

Außer den bereits früher angeführten (dieses Jahrbuch pag. 59) sind folgende Werke und einzelne Abhandlungen zu erwähnen. Ob vorwiegend oder ausschließlich die Knochen, Muskeln, oder die Nerven berücksichtigt sind, ist durch ein vorgesetztes *O*, *M* oder *N* bezeichnet.

O — Brühl, Das Skelet der Crocodilinen. 4°.

Budge, Über das Harnreservoir der Wirbelthiere. In Mittheilungen aus dem naturwiss. Verein von Neu-Vorpommern und Rügen. 1875. pag. 1—124. (Beschreibung der Muskeln des Afters und des Urogenitalapparates.)

M — Carus, Beiträge zur vergleichenden Muskellehre. Zeitschr. f. wiss. Zool. Bd. III.

v. Davidoff, Beiträge zur vergleichenden Anatomie der hinteren Gliedmaße der Fische: Morpholog. Jahrbuch. Bd. V. (1879) pag. 449 bis 520. Taf. XXVIII—XXXI und Bd. VI (1880) pag. 433 bis 468, Taf. XXI—XXIII. (Beschreibung der Muskeln mit steter Berücksichtigung der Innervation.)

M. Fürbringer, Die Knochen und Muskeln der Extremitäten bei den schlangenähnlichen Sauriern 4°. Leipzig 1870. 7 Tafeln. (Äußerst präcise Beschreibung der Muskeln, aber ohne ihre Innervation. Von Sauriern mit wohl entwickelten Extremitäten sind beschrieben Gongylus ocellatus, Euprepes septemtaeniatus und carinatus. Zahlreiche Abbildungen des Beckens und der hinteren Extremität. Die Os pubis Autt. = Os iieopectineum; Os ischii = Os pubo-ischium; Os ilei = Os ilei. Zum Schluss eine werthvolle Vergleichung der Muskeln mit denen des Menschen.) — Außerdem giebt Fürbringer eine fast vollständige Litteratur und Synonymie für die einzelnen Skelettheile und Muskeln.

Gegenbaur, Beiträge zur Kenntnis des Beckens der Vögel: Jenaische Zeitschrift. Bd. VI. pag. 157 ff. Tafeln und Holzschnitte.

—— Grundriss der vergleichenden Anatomie. 2. Auflage. Leipzig 1878.

v. Gorski, Über das Becken der Saurier. Dorpat 1852. 4° mit 3 Tafeln. (Schätzenswerther Beitrag zur Muskulatur des Beckens und des Oberschenkels, so weit sich die Untersuchungen auf die Crocodilinen beziehen, während die Angaben für die Saurier [Podinema] sehr schwach sind. Nerven nicht berücksichtigt. Os pubis Autt. = Os ilei pectineum; Os ischii Autt. = Os pubis Gorski.)

Guenther, Contribution to the anatomy of Hatteria (Rhynchocephalus Owen): Philosoph. Transact. London 1847. pag. 608 ff. Tafeln. (In Bezug auf die Muskulatur durch genaue Beschreibung der Muskeln des Bauches und einiger Unterschenkelmuskeln besonders werthvoll.)

M — Hair, On the muscular fibres of the Alligator: Journ. of Anat. and Physiol. Vol. II. (1868). (Knappe und gute Beschreibung der Muskeln, aber von keinen Abbildungen begleitet.)

M — Haughton, On the muscular Anatomy of the Crocodile: Proceed. Roy. Irish Acad. Dublin. Vol. IX. (1865). pag. 268 ff. Holzschnitte. Dieselbe Abhandlung ferner in: Annales and Magazine of Nat. Hist. London. III. Ser. vol. XVI. (1865) pag. 326 ff. Pl. XVI.

M — —— On the muscular Anatomy of the Alligator. Ann. Mag. Nat. Hist. London. IV. Ser. Vol. I. (1868) pag. 282 ff. Pl. X. (Die Nerven und die Fußmuskeln sind nicht berücksichtigt in Haughton's Arbeiten[1].)

Hoffmann, Beiträge zur Kenntnis des Beckens der Amphibien und Reptilien: Niederländ. Archiv f. Zoolog. Bd. III. 1876. pag. 143 bis 194. 2 Tafeln und viele Holzschnitte. (Osteologie und die Nerven des Plexus lumbalis + sacralis.)

——[2] Reptilien (Chelonii): Bronn's Klassen und Ordnungen des Thierreichs. Leipzig 1879. Bd. VI. Abtheil. III. Taf. XXI Fig. 1.

---

[1] Der Reverend Mr. Haughton hält die gewöhnlich als Ossa pubis aufgefassten Knochen der Krokodile für Homologa der Ossa marsupialia der Beutelthiere. Die Ossa ischii nennt er Ossa pubis. Da ihm nun die auf diese Weise eliminirten Ossa ischii fehlen, so hält er den caudalen Theil des postacetabularen Ilium jederseits für das fehlende Os ischii. — Von dieser Auffassung ausgehend, nennt er nun die jederseits vom Os pubis zum Femur tretenden Muskeln Mm. marsupiales und rückt ferner, so zu sagen, mit allen übrigen Becken-Oberschenkelmuskeln um je eine Nummer weiter caudalwärts. — Die Beschreibung der Muskeln selbst lautet zwar sehr exakt, jedoch verursacht ihm wieder Bestimmung trotz des stets gegebenen Gewichtes und des Azimuthes der Muskeln (cf. op. cit. Taf. X) doch erhebliche Schwierigkeiten und schließt Irrthümer keineswegs aus. Wesshalb endlich ein Theil des M. flexor tibialis externus den Namen eines Agitator caudae verdient, ist nicht allein mir unverständlich.

[2] Hoffmann befolgt in Benennung der Muskeln die Fürbringer'sche Methode; ich sah mich jedoch leider gezwungen, einige seiner Namen zu ändern, da sich bei der Vergleichung mit den Sauriern, Amphibien und Vögeln das eigentliche, typische Verhalten der betreffenden Muskeln ergab, und dass die von Hoffmann gewählte Bezeichnung, wie z.B. M. ileo-ischio-tibialis der Chelonier, obgleich sehr korrekt für die Schildkröten, doch eine allgemeine Gültigkeit nicht hat erlangen können.

(Sorgfältige Beschreibung der Muskeln und Nerven nach theilweise eigenen Untersuchungen. Die angegebene Litteratur enthält manche Druckfehler. Sehr zu bedauern ist, dass auf der einzigen Abbildung der Muskeln der Hinterextremität [Fig. 1 Taf. XXI] die Numerirung der Muskeln in Bezug auf die Bezeichnungen nicht mit Bezeichnung und Numerirung auf dem Erklärungsblatte übereinstimmt, sondern dass fast sämmtliche Nummern um eine verschoben sind. Dies macht das Auffinden einzelner Muskeln in der Abbildung beinahe unmöglich.

M — Humphry, On the disposition and homologies of the extensor and flexor muscles of the leg and forearm: Journ. Anat. and Physiol. Vol. III. (1869).

—— An essay on the limbs of vertebrate animals. 4°. Cambridge and London 1869.

M — —— Observations in Myology[1]. 8° Cambridge and London. 1872. Mit 9 Tafeln. (Including the myology of Cryptobranch, Lepidosiren, Dog-fish, Ceratodus and Pseudopus Pallasii, with the Nerves of Cryptobranch and Lepidosiren and the disposition of muscles in vertebrate animals.)

O — Huxley, On the characters of the Pelvis in the Mammalia, and the Conclusions respecting the origin of Mammals which may be based on them: Proceed. Royal Society. London 1879. pag. 395—406. Plate 8.

N — v. Ihering, Das peripherische Nervensystem der Wirbelthiere. 4°. Leipzig 1878. Tafeln.

O — Macalister, On the homologies of the flexor muscles of the vertebrate limb: Journ. Anat. and Physiol. Vol. III. (1868.)

O — —— On the arrangement of the pronator muscles in the limbs of vertebrate animals. Op. cit. Vol. IV (1869) pag. 335—340.

de Man, Vergelijkende myologische en neurologische Studien over Amphibien en Vogels. 8°. Leiden 1873. 4 Tafeln. (Diese Untersuchungen haben den großen Vorzug, dass die Innervation stets berücksichtigt worden, und dass jeder Muskel der Hinterextremität (Becken und Oberschenkel) klar beschrieben und deutlich abgebildet ist. Benennung der Muskeln nach deren Ursprung und Insertion.

---

[1] Der wichtigste Theil dieses Buches besteht in dem Versuche, die Muskulatur der Extremitäten von der ursprünglichen Stammesmuskulatur abzuleiten, und nach ihrer Genese in Gruppen zu theilen, wobei aber leider nur wenig auf die Innervation Rücksicht genommen wurde. Dieses Buch, eine so hervorragende Stelle es auch in der myologischen Litteratur einnehmen wird, war mir, als Quelle für Untersuchungsmaterial betrachtet, daher weniger von Nutzen, mithin sind die Hinweise auf dasselbe bei Angabe der Synonymie ziemlich spärlich ausgefallen. In anderer Hinsicht jedoch wurde ich durch jenes Werk, Dank manchen wichtigen Aufschlüssen und Hinweisen, zu weiteren Schlüssen veranlasst, und blieb mir in vielen Fällen nichts übrig zu thun, als Humphry's Vermuthungen durch die aus dem Nervenverhalten sich ergebenden Resultate zu bestätigen.

M — Mivart[1], On the Myology of Menopoma alleghaniense: Proc. Zool. Soc. London 1869. pag. 254 ff. Holzschnitte.

—— On the myology of Menobranchus lateralis. op. cit. 1869. pag. 450 ff. Holzschnitte.

—— On the Myology of Chamaeleon Parsonii. op. cit. 1870, p. 850 ff. Holzschnitte.

Owen, On the anatomy of Vertebrates. 8°. London 1866. Vol. I. Die Holzschnitte der Muskeln von Emys europaea nach Bojanus.

M — Sanders[1], Notes on the myology of Platydactylus japonicus: Proc. Zool. Soc. London 1870. pag. 413 ff.

—— Notes on the myology of Liolepis Belli. op. cit. 1872. p. 154 ff. Holzschnitte.

—— Notes on the myology of Phrynosoma coronatum. op. cit. 1874. pag. 71 ff. Holzschnitte.

N — Swan, Illustrations of the comparative anatomy of the nervous System. 4°. II edit. London 1864. (Plate XVI enthält die Nervenplexus von Chelone midas.)

Sabatier, Comparaison des Ceintures et des Membres antérieurs et postérieurs dans la série des vertébrés. 4°. Paris 1880. 9 Tafeln.

Die Namen der Muskeln sind französisch und stimmen meistens mit den Cuvier'schen überein. Da nur bei einzelnen Muskeln, wie z. B. bei den Mm. pub. isch. femorales wichtige, die Reptilien betreffende Angaben mitgetheilt sind, so habe ich in der Synonymie nur selten auf Sabatier verwiesen.

Stannius, Handbuch der Anatomie der Wirbelthiere. 4°. 2. Aufl. Berlin 1854. — Auch als zweiter Theil des »Handbuch der Zootomie. Von v. Siebold und Stannius.

I. Untersuchung.

Kapitel I.

Knochen.

Hierzu Fig. 1—13.

Ich stehe von einer ausführlichen Beschreibung der Knochen des Beckengürtels und der hinteren Extremität ab, und verweise auf die in diesem Fache äußerst zahlreiche Litteratur. Im Folgen-

---

[1] Die angeführten Arbeiten von Mivart und Sanders waren mir von größtem Nutzen, da die von ihnen untersuchten Species mir selbst nicht zugänglich waren und die gegebenen Beschreibungen der Muskeln begleitet von zahlreichen Holzschnitten, wenig oder nichts zu wünschen übrig lassen. Auch sind Mivart und Sanders die einzigen, die außer Fürbringer nicht vor einer erschöpfenden Untersuchung der kurzen Zehenmuskeln zurückschreckten.

den beschränke ich mich auf die Hervorhebung einzelner, für diese Arbeit wichtiger Punkte und auf die Angabe der von mir im Texte gebrauchten Bezeichnungen. Dieses letztere ist um so nöthiger, als die verschiedenen Autoren in der Deutung der Beckenknochen sehr von einander abweichender Ansicht sind.

Nach meiner Auffassung besteht das Becken der Reptilien jederseits aus dem Os ilei, dem Os ischii und dem Os pubis.

Das Os ilei ist bei den einzelnen Familien der Reptilien äußerst verschieden geformt.

Bei den *Crocodilinen* ist es eine unregelmäßig gestaltete mit verschiedenen Einbuchtungen versehene Platte, deren Längsdurchmesser den verticalen nur wenig übertrifft. Es ist mit der Wirbelsäule gewöhnlich durch zwei stark entwickelte etwas postacetabular liegende Sacralrippen verbunden. Wir unterscheiden am Os ilei einen Margo dorsalis, einen M. posterior, eine Spina anterior und Sp. posterior; die beiden Spinae sind sehr stark entwickelt. Ventralwärts steht das Ilium nur mit dem Os ischii in Artikulation, während es vom Os pubis durch einen dicken und ziemlich langen Fortsatz des Os ischii abgetrennt ist. Ob dieser Processus vielleicht ursprünglich einen Theil des Os pubis bildete, und sich später von diesem abtrennte und mit dem Os ischii verband, wie durch Hoffmann und neuerdings durch Sabatier wahrscheinlich gemacht wurde, ist noch nicht sicher. — Dieser Processus anterior ischii ist mit dem praeacetabularen Theile das Ilium durch Bandmasse verbunden, die häufig in späterem Alter ganz verknöchert.

Bei den meisten *Sauriern*, wie bei Iguana, Ameiva, Hydrosaurus, Gecko, ist die horizontale Achse des Ilium (Iliac axis Huxley's) in einem spitzen Winkel von 20—40° zur Längsachse des Körpers (sacral axis Huxley's geneigt, und beträchtlich länger als seine vertikale Ausdehnung. Iliosacralverbindung ausgesprochen postacetabular. Der Winkel öffnet sich kopfwärts. Margo anterior bis zur Spitze der stets scharf nach vorn vorspringenden Spina anterior fast eine gerade Linie bildend. Die Spina posterior fällt mit dem caudal-dorsalen Ende des Knochens zusammen. Bei Ameiva ragt dieses Hinterende dorsalwärts über die Sacralachse hinaus. Bei Hatteria und Cyclodus, und besonders bei Chamaeleon steht die Längsachse des Ilium fast senkrecht zur Körperlängsachse und eine Spina anterior ist kaum entwickelt; die Spina posterior fällt mit der dorsalsten, über die Sacralachse dorsalwärts hinausragenden Spitze zusammen. Wir können bei der Beschreibung praktisch

hier nur von einem M. anterior und einem M. posterior, die beide einander fast parallel sind, sprechen.

An der Bildung des Acetabulum nehmen alle drei Beckenknochen gleichmäßig Theil.

Im Querschnitt ist das Ilium der Saurier lang oval, bei Chamaeleon und Cyclodus in seiner dorsalen Hälfte sogar äußerst dünn; der ventrale Theil, näher dem Acetabulum, ist mehr rundlich.

Chelonii. Bisweilen vollkommen senkrecht zur Sacralachse stehend, mit kaum entwickelter Spina anterior. Die Sacralverbindung wird durch ein, zwei oder mehr Sacralrippen hergestellt. Selten verwächst der Margo anterior fest mit dem Carapax, wie bei Staurotypus, sondern ist meistens im Gegensatze zu den übrigen Reptilien ziemlich beweglich in der Sacralverbindung. Das Ilium selbst ist rundlich in seiner dorsalen Hälfte, wird ventralwärts stärker und tritt in Verbindung mit dem Os ischii und dem Os pubis. — Bei den Schildkröten unterliegt es wohl keinem Zweifel, dass diese eigenthümliche Senkrechtstellung des Ilium nicht durch eine Drehung hervorgebracht ist, sondern durch Reduktion des Knochens in longitudinaler und bedeutende Verlängerung in vertikaler (dorsoventraler) Richtung. Thatsächlich ist das Acetabulum von der Iliosacralverbindung in vertikaler Richtung sehr weit entfernt, und scheint dies in die Länge ziehen des Ilium in der Entwicklung der Schale (Carapax + Plastron) begründet zu sein.

Os pubis. Wir unterscheiden daran einen Processus lateralis pubis, eine dorsale, und eine ventrale Fläche. Bei den Crocodilinen ist der Processus lateralis pubis vom acetabularen Theile durch einen langen rundlichen Stiel getrennt und das distale Drittel des Knochens ist zu einer Platte verbreitert. Sie endigt nach vorn hin in Knorpel, der dem Epipubis der Amphibien entspricht. Keine Symphysis ossium pubis.

Saurier. Processus lateralis pubis ziemlich nahe dem Acetabulum und bedeutend entwickelt, z. B. bei Hatteria, den Monitoren und Iguaniden. Selten ist (Ameiva) der Raum zwischen diesem Fortsatze und dem distalen Ende des Haupttheils durch Bandmasse geschlossen. Die beiden Ossa pubis der Saurier sind stets durch eine kurze Symphyse mit einander ventralwärts in ihren distalen Enden verbunden. Vorn, und theilweise zwischen ihren Enden, sitzt ein kleines Knorpelstückchen (Epipubis) welches nur bei Hatteria und bei jungen Thieren bedeutender entwickelt ist. Eine Eigenthümlichkeit des Schambeines der Saurier besteht darin, dass

der Nervus obturator. welcher den M. pubi-ischio-femoralis internus, und einige der Adduktoren innervirt, nicht wie bei den Krokodilen und Schildkröten zwischen den Winkeln der Ossa pubis et ischii aus dem Becken tritt, sondern das Os pubis nahe dem Acetabulum mitten durchbohrt.

Während die Ossa pubis et ischii wie bei den Krokodilen bei den meisten Sauriern von ungefähr gleicher Länge wie das Ilium ist, sind diese Knochen bei Chamaeleon bedeutend verkürzt.

Chelonii. Os pubis bedeutend stärker als das Os ischii. Proc. lat. pub. mächtig entwickelt. Breite Symphysis oss. pubis, die sich häufig, wie z. B. bei Testudo, mit der Symph. oss. ischii verbindet. Bei Staurotypus und einigen anderen ist der distale Theil der Ossa pubis fest mit dem Plastron verwachsen, und da dies auch mit den Ossa ischii der Fall ist, so wird der ganze Beckengürtel unbeweglich.

Os ischii. Das Sitzbein bildet bei allen mit wohl entwickelten Extremitäten versehenen Reptilien mit dem der anderen Seite eine lange Symphyse in der Medioventrallinie. Es artikulirt stets mit dem Os pubis und Os ilei, und ist bedeutend stärker als das Os pubis entwickelt. Nur bei den Cheloniern ist es der bei Weitem schwächste und kürzeste der drei Beckenknochen. Bei manchen Sauriern liegt an der vorderen Spitze der Ischiumsymphyse eine knorpelige Masse, die bei Iguana und anderen als schmales Band die Symph. oss. pub. erreicht; bei Chamaeleon kann es zu einer vollständigen verknöcherten Brücke kommen, und bei vielen Schildkröten sind die beiden Symphysen innig mit einander verwachsen. Bisweilen wie bei Staurotypus verbindet sich der Tuber ischii mit dem Plastron.

Bei den *Crocodilinen* können wir nur einen Margo anterior (d. h. den dem Os pubis zugekehrten) und einen M. posterior unterscheiden, welche beide in sanft geschweifter Biegung ohne besondere Processus verlaufen. Bei den meisten **Sauriern** und **Cheloniern** ist am hinteren Rande des Ischium ein häufig mächtig entwickelter Processus, Tuber ischii, zu bemerken; derselbe theilt die gesammte caudalwärts gerichtete Seite des Os ichii in einen Margo posterior dorsalis und in einen M. post. ventralis. Über die eigenthümliche Gestalt des Ischium bei Chamaeleon cf. Fig. 6.

Der zwischen den Ossa pubis einer- und den Ossa ischii anderseits eingeschlossene Raum ist das Foramen obturatum, welches durch die eventuelle Verbindung der beiden Symphysen in symme-

trische Hälften getheilt wird. Zum Unterschiede von diesem Foramen obturatum, durch welches bei den Krokodilen und Schildkröten, wie auch bei den Vögeln und Säugethieren der N. obturator austritt, nenne ich das kleine Loch im Os pubis der Saurier Foramen obturatum proprium.

Am caudalen Ende der Symph. oss. ischii befindet sich ebenfalls eine Knorpelmasse, die bei vielen Sauriern wie Iguana, Ameiva etc. in einen mehr oder weniger langen Stiel sich ausstreckt, der häufig verschmälert und jederseits mit einem kurzen Querfortsatze endigt, so dass er eine T-förmige Gestalt erhält. Es ist dies das Os cloacale der Autoren und dient zur Unterstützung des Musc. perinei.

Schwanzwirbel. An den Schwanzwirbeln unterscheiden wir je einen Proc. spinosus dorsalis: ein Paar Zygapophysen; ein Paar Proc. transversi, und die an der Basis doppelten, mit dem caudalen Ventralende der Wirbelkörper artikulirenden eigenthümlichen Proc. spinosi ventrales. Diese sind sehr stark entwickelt, wenn der Schwanz als Ruderorgan benutzt wird (Fig. 11), sehr schwach und kurz wenn er als Klammerorgan dient (Chamaeleon Fig. 12), und endlich kaum oder gar nicht entwickelt, wenn der Schwanz, wie bei den Schildkröten, kaum einer eigentlichen Funktion dient (Fig. 13). — Bei den Chamaeleonten sind die Proc. transversi caudales sehr lang und im Bogen stark ventralwärts gerichtet, was wahrscheinlich mit der Ausbildung des Rollschwanzes im Zusammenhang steht (Fig. 12) man vergleiche auch pag. 364 Musc. caudalis ventralis.

Von großer Wichtigkeit für die Vergleichung der Muskeln einer Thiergruppe mit den homologen Gebilden anderer ist die Stellung der Beckenknochen zum Achsenskelet; zu einander und endlich zu den Knochen der Extremität. Es ist oft schwer hier die Ursache der Veränderungen zu erkennen und man läuft leicht Gefahr Ursache und Folge zu verwechseln. Man darf z. B. nicht den Schluss machen: Die Adductor-Muskeln und der M. pubi-ischio-femoralis internus sind bei den Krokodilen so bedeutend länger und weniger gebogen in ihrem Verlauf zum Oberschenkel weil die Ossa pubis eine so starke Längsentwicklung zeigen, als bei den Sauriern, und weil bei den Krokodilen keine starken Proc. lat. pub. entwickelt sind: sondern umgekehrt: Diese Ossa pubis sind lang und haben eine breite Fläche entwickelt, weil die betreffenden Muskeln eine stärkere Arbeit zu leisten haben und daher, wenn sie nicht ihren Ursprung auf be-

nachbarte Theile ausdehnen konnten, eine größere Ursprungsfläche an dem vorhandenen Knochen selbst entwickelten.

So verhält es sich auch mit der starken Entwicklung des Ilium schwimmender Saurier und der Crocodilinen; eben so sind die Querfortsätze des Schwanzes und seine Y-förmigen Knochen stark entwickelt, wenn der Schwanz als Ruderorgan zu dienen hat: Die ventralen Schwanzmuskeln verlangen eine starke Ursprungsfläche. Diese Querfortsätze sind ferner bei den Chamaeleonten abwärts gebogen, die Y-Knochen dagegen verkümmert, da bei diesen Thieren (Rollschwanz) die ventrale Hälfte des M. ventro-lateralis caudalis auf Kosten der lateralen Reihe entwickelt werden musste.

In allen diesen Fällen ist also die abweichende Form der Knochen auf die Muskeln, und deren Verschiedenheit wieder auf eine veränderte Funktion als erste Ursache zurückzuführen.

Umgekehrt kann man aber wohl schließen: Die Mm. pubi-ischio-femorales sind stark geknickt und innig unter einander verwachsen bei den Sauriern, weil es bei diesen zu einer festen Symphyse der Ossa pubis et ischii, und zu einer Verkürzung der ventralen Beckenelemente gekommen ist. Dies scheint aber nicht so sehr durch eine veränderte Funktion der Muskeln, wie etwa im vorigen Falle, hervorgerufen zu sein, sondern hat wohl seine Ursache darin, dass bei schnell-laufenden, oder überhaupt vorzugsweise sich auf dem Lande bewegenden Thieren eine möglichst feste Stütze für die gesammte Hinterextremität nöthig wurde.

Die Ursache ist auch hier wieder die veränderte Funktion, Anpassung an die Lebensweise, aber der gesammten Gliedmaße, nicht direkt die der Muskeln. Vielmehr haben hier die Muskeln sich nach dem ihnen dargebotenen Gerüst zu richten.

Klarer wird eine eventuelle Abhängigkeit der Muskeln vom Skelet bei den Schildkröten. Der gepanzerte und für die Aufnahme der Extremitäten, des Kopfes und Schwanzes äußerst verbreiterte Rumpftheil ist von bedeutender Schwere. Das Acetabulum musste nahe an die Öffnung zwischen Carapax und Plastron verlegt werden um dem Hinterfuße möglichste Beweglichkeit zu sichern. Dies wurde durch Verlängerung des Os ilei erreicht: die beiden anderen Beckenknochen wurden verkürzt und, wie früher beschrieben, verwachsen sie sogar theilweise mit dem sich ihnen aufdrängenden Plastron. Das große Gewicht des Körpers drückt einerseits auf das Acetabulum, anderseits auf die Planta pedis und verursacht ein Herabsinken des Beckens, daher eine Senkung des proximalen Endes des Femur; hieraus

resultirt weiter die Senkrechtstellung des Unterschenkels. Dieses Herabsinken hätte nur vermieden werden können durch eine dem Körpergewicht angemessene ungeheure Entwicklung der Adductoren-Gruppe des Oberschenkels und der Strecker des Unterschenkels. Dafür ist aber kein Raum; der M. pubi-ischio-femoralis internus ist nur so weit entwickelt, dass er den Oberschenkel mäßig heben, und hauptsächlich drehen kann. Der M. pub. isch. tibialis dagegen ist bei der jetzigen Stellung der Tibia zum Femur und Becken unmöglich geworden; ein solcher Muskel könnte bei Testudo gar keine Wirkung äußern. Der M. ilio-fibularis dagegen ist erhalten, da seine Bedingungen andere sind, seine Insertion ist aber bedeutend distalwärts gerückt.

Eine diagrammatische Darstellung der Hintergliedmaße der Saurier und Chelonier wird diese Verhältnisse anschaulicher machen.

Fig. 1. Fig. 2. Fig. 3.

Fig. 1. Hatteria. Fig. 2. Gecko. Fig. 3. Testudo. *S* Sacralwirbel. — *J* Os ilei. — *F* Femur. *U* Unterschenkel. — *AA* Achse durch die beiden Acetabula gelegt.

Kapitel II.

Nerven.

(Hierzu Fig. 14—29 und 4 Holzschnitte.)

Die Nerven, welche die in der vorliegenden Arbeit behandelten Muskeln versorgen, gehören sämmtlich dem Plexus lumbosacralis, dem weiter caudalwärts sich anschließenden Plexus pudendus und endlich im Bereiche des Schwanzes den regulären metameren Caudalnerven an.

Da bei den Reptilien mit Ausnahme der Schildkröten die dorsale Muskulatur des Stammes auch in der Sacralregion vollständig erhalten ist, so sind an sämmtlichen Intervertebralnerven ein Ramus dorsalis und ein Ramus ventralis entwickelt: der ventrale Ast ist stets der bei Weitem stärkere.

Alle die Muskeln, welche von den dorsalen Ästen der Vertebral-

nerven versorgt werden, sind im Texte als dorsale Muskeln den übrigen, den ventralen, gegenüber gestellt worden.

Jeder dorsale Ast tritt, so wie er sich von dem ventralen Aste an dem gemeinsamen Knoten trennt, zwischen den Basen der Rippen, späterhin zwischen den Querfortsätzen der Schwanzwirbel dorsalwärts nach außen und innervirt die Partien der dorsalen Muskeln, welche dem unmittelbaren Bereiche des betreffenden Wirbels angehören, also das entsprechende Myocomma; ein sich Weitererstrecken (in Richtung der Längsachse des Körpers) in das nächstfolgende Myocomma, wie wir bei vielen der ventralen Muskeln sehen werden, scheint bei den dorsalen nicht stattzufinden.

Die ventralen Äste treten jederseits in der Beckenregion zur Bildung verschiedener Plexus zusammen: Pl. cruralis, Pl. sacralis s. ischiadicus und Pl. pudendus. Um einen festen Ausgangspunkt zu haben, von welchem die so überaus großen Variationen ausgesetzten Plexus einer Gegend zu betrachten sind, hat Gegenbaur in »Beiträge zur Kenntnis des Beckens der Vögel« denjenigen Nerven, der zwischen den beiden Sacralwirbeln der Reptilien (und den primitiven Sacralwirbeln der Vögel und Säugethiere) austritt, als den eigentlichen Sacralnerven bezeichnet.

Mivart und Clarke op. cit. nennen ihn den Intersacralnerven. Ich nenne ihn ebenfalls Sacralnerv und bezeichne ihn im Texte und auf den Abbildungen durchgängig mit *S*, und betrachte ihn gleichsam als Nullpunkt bei Zählung der übrigen Beckennerven. Er ist der einzige Nerv, den man bei den verschiedenen Thieren mit Sicherheit homologisiren kann (Parhomologie Fürbringer's).

Es hat sich im Laufe der Untersuchung der Muskeln herausgestellt, dass ein und derselbe Muskel nicht allein bei den verschiedenen Familien und Ordnungen der Reptilien, sondern selbst bei nächstverwandten Species von einem Nerven innervirt wird, der einmal dem Plexus cruralis, ein anderes Mal dem Pl. ischiadicus, oder sogar dem Pl. pudendus angehört.

Da ferner die Nervenplexus eines Alligator z. B. durchaus nicht zu denen einer Schildkröte in serialer Homologie stehen, so können die Nervenstämme nicht nach ihren Nummern, die sie als Vertebralnerven haben, bezeichnet werden. Dies würde für die Vergleichung der Muskeln ganz nutzlos sein. So werden z. B. die Schenkelmuskeln bei Alligator vom 23.—27. Nerven, bei Cyclodus vom 37.—41., bei Testudo vom 18.—23. Vertebralnerven versorgt.

Es ist ferner praktisch unpassend bei Erwähnung eines Nerven zu sagen, dass er z. B. der erste, d. h. vorderste, der den Pl. ischiadicus zusammensetzenden Stämme ist, da dieser erste Nerv des Plexus eines Reptiles bei Weitem nicht immer dem ersten bei einem andern Reptile entspricht. Wohl aber ist es wichtig für die Vergleichung, ob der in Rede stehende Muskel von einem Nerven versorgt wird, der der vorderen, mittleren, oder hinteren Region des gesammten Gebietes, ohne Rücksicht auf die drei speciellen Plexus, angehört.

Um nun eine kurze und vor Allem für unsere Zwecke allgemein durchführbare Bezeichnung zu ermöglichen, habe ich folgende Ausdrucksweise gewählt.

Der zwischen den beiden regulär vorhandenen Sacralwirbeln austretende Sacralnerv wird mit *S* bezeichnet; die daneben gesetzte Zahl ist seine laufende Nummer als Spinalnerv überhaupt, beginnend beim N. cervicalis I. Der Nerv *S* ist hingegen Nullpunkt für die Beckenregion. Sämmtliche caudalwärts auf ihn folgende Nervenstämme werden als postsacrale den kopfwärts vom Stamme *S* liegenden präsacralen gegenüber gestellt, und zwar werden die post sacralen mit α, β, γ etc., die präsacralen mit *a*, *b*, *c* bezeichnet. Ein Bruch, wie $\frac{a}{3}$ bei Alligator aber bedeutet, dass der Nerv sich spaltet und zur Zusammensetzung mehrerer Gruppen (Plexus) beiträgt.

Eine Unterscheidung in post- und praeacetabulare Nerven ist unanwendbar.

Die auf einander folgenden Nervenstämme verbinden sich in einiger Entfernung von ihrem Austritt aus dem Rückenmarke mit einander zu den sogenannten Plexus, unter Bildung von Ansen, und zwar nennen wir den kopfwärts gelegenen, der nach vorn vom Os pubis und theilweise auch durch das Foramen obturatum austritt, Plexus cruralis, den caudalwärts vom Os ischii das Becken verlassenden den Pl. ischiadicus s. sacralis; diesem schließt sich weiter caudalwärts meistens ein Pl. pudendus an.

Eine andere Definition dieser Plexus zu geben, ist nicht möglich, da bei den verschiedenen Ordnungen die größten Verschiedenheiten und selbst individuelle Abweichungen vorkommen.

Der vorderste, zum Pl. cruralis zu rechnende Nerv ist gewöhnlich nahe an seiner Wurzel gespalten und geht einerseits zu den Muskeln des Bauches und zum M. quadratus lumborum, anderseits verbindet

er sich, durch seinen zweiten Ast, mit dem nächstfolgenden Spinalnerven.

Die Grenze, oder besser Verbindung des Pl. cruralis und Pl. ischiadicus bildet ein Nerv., der sich bald nach seinem Austritt aus der Wirbelsäule spaltet und halb zum Pl. cruralis, halb zum Pl. ischiadicus tritt; dieser Nerv wurde von v. Ihering N. furcalis genannt. In dieser Gegend entsteht auch durch Abspaltung gewöhnlich vom Pl. cruralis, der N. obturator, der entweder wie bei den Sauriern das Os pubis durchbohrt, oder wie bei den Crocodilinen, Schildkröten, Vögeln und Säugethieren das Becken zwischen den Ossa pubis et ischii verlässt.

Die eben erwähnte Verbindung zwischen den beiden Plexus ist oft äußerst schwach, wie bei Phrynosoma, oder sehr stark, Crocodilinen, oder er kann auch ganz fehlen innerhalb des Beckens, dann findet aber, wie Fig. 17*a* zeigt, eine Kommunikation der Elemente des Pl. cruralis und Pl. ischiadicus außerhalb des Beckens statt. Bei Hydrosaurus giganteus beobachtete ich auf der einen Seite einen sehr starken Verbindungsast (Richtung wie bei Alligator, während auf der anderen Seite keine Spur eines solchen innerhalb des Beckens aufzufinden war. — Bald geht dieser Ast vom Pl. cruralis zum Pl. ischiadicus, bald umgekehrt.

Der letzte, zum Pl. ischiadicus s. cruralis zu rechnende Nerv ist der, welcher sich noch mit solchen Nerven verbindet, die die Muskeln an der Hinterseite des Beckens und Oberschenkels innerviren; gewöhnlich, mit Ausnahme der Schildkröten, ist dies der Nerv *a*. Er bildet häufig mit dem nächstfolgenden einen Pl. pudendus, fehlt jedoch eine solche Verbindung, so kann man nicht von einem Plexus pudendus sprechen.

Im Folgenden gebe ich kurz die Zusammensetzung der Plexus einiger der von mir untersuchten Reptilien, und ferner eine allgemeine Angabe der von den einzelnen Hauptnervenstämmen innervirten Muskelgruppen. Im Speciellen sei auf die zahlreichen Abbildungen und auf frühere Arbeiten verwiesen[1].

[1] Mivart und Clarke l. c. geben vorzügliche Holzschnitte der Beckenplexus von: Monitor, Iguana, Teju tejuixin, Grammatophora barbata, Agama colonorum, Lacerta viridis, Chamaeleon vulgaris. — Hoffmann l. c.: Alligator mississ., Jacare sclerops; Monitor bivittatus, Lacerta viridis, Iguana tuberculata, Polychrus marmoratus, Urothropus, Gecko, Chamaeleon. — Bojanus op. cit. Fig. 114, 115, 116: Emys europaea. — Swan op. cit. plate XVI: Chelone midas.

	S	Plexus cruralis.	N. obturator.	Plexus ischiadicus.
Alligator mississ. . . .	26	$\frac{a}{3}+\frac{b}{x}+\frac{c}{2}$	$\frac{a+b}{x}$	$\frac{a}{3}+S+\frac{\alpha}{2}$
Crocodilus acutus . . .	25	$\frac{a}{3}+\frac{b}{x}+\frac{c}{x}$	$\frac{a+b}{x}$	$\frac{a}{3}+S+\frac{\alpha}{2}$
Monitor indicus	31	$\frac{a}{x}+b+c$	b	$a+S+\frac{\alpha}{2}$
Hydrosaurus marm. . .	30	$b+c$	c	$b+a+S+\frac{\alpha}{2}$
Cnemidophorus sp. . . .	28	$b+c$	$c+b$	$b+a+S+\frac{\alpha}{2}$
Lacerta viridis.	29	$b+c$	$c+b$	$b+a+S+\frac{\alpha}{2}$
Lacerta stirpium. . . .	31	$b+c+d$	$c+b$	$b+a+S$
Iguana tubercul.	26	$c+d$	d	$c+b+a+S+\frac{\alpha}{2}$
Polychrus marm.	30	$b+c+d$	c	$b+a+S+\frac{\alpha}{2}$
Ophryoessa supercil. . .	27	$c+d$	d	$c+b+a+\frac{S}{2}$
Phrynosoma coron. . . .	24	$c+d+e$	$c+d$	$c+b+a+\frac{S}{2}$
Cyclodus Boddaert. . .	40	$b+c+d$	c	$b+a+\frac{S}{2}$
Chamaeleon afric. . . .	24	$a+b$	b	$a+S+\frac{\alpha}{2}$
Chamaeleon sp.	24	$b+c+d$	c	$b+a+S$
Hatteria punct.	?	$a+b+c$	$b+c$	$a+S+\alpha$
Testudo tabulata. . . .		$S+a+b$	$b+a$	$S+\alpha+\beta+\frac{\gamma}{x}$

Die Angabe durch einen Bruch, ob der betreffende Nervenstamm, z. B. *S*, einem Plexus ganz oder nur theilweise $\frac{a}{3}$ angehört, ist nur bei Alligator und Crocodilus, ferner bei dem letzten am Pl. ischiadicus betheiligten Stamm durchgeführt worden. So zeigt z. B. $\frac{\alpha}{2}$ bei Monitor, dass die andere Hälfte des Stammes eine Ansa mit dem nächsten, β, also einen Pl. pudendus bildet. — Bei den übrigen sind die Brüche der Einfachheit wegen und als sich nun von selbst ergebend fortgelassen.

Plexus cruralis. Die Stämme des Cruralgebietes gruppiren sich ungefähr in folgender Weise.

1. Vorderste Gruppe: Nerven für den M. quadratus lumborum, die Bauchmuskeln und den M. pubi-ischio-femoralis internus.

2. Gruppe für die Vorderfläche des Oberschenkels, für den M. ambiens, M. extensor tibialis und den M. femoro-tibialis.

3. Gruppe für die Muskulatur auf der Medianfläche des Oberschenkels: M. ischio-femoralis, M. pubi-ischio-tibialis und theilweise M. flexor tibialis internus.

Dem Cruralgebiete gehören mithin die Streckmuskeln des Unter- und die Heber des Oberschenkels an.

Der Pl. cruralis entsendet ferner ziemlich konstant bei den Reptilien einen Hautast (Fig. 14, 17, 27), dessen eine Hälfte gleich auf der Oberfläche der Vorder- und Außenseite des Oberschenkels sich ausbreitet, während die andere häufig erst den M. extensor tibialis und den M. femoro-tibialis durchbohrt, ehe der Nerv zur Oberfläche der Medianseite des Oberschenkels gelangt.

Der N. obturator, der Nerv, welcher bei den Crocodilinen und Schildkröten durch das Foramen obturatum das Becken verlässt, bei den Sauriern das Os pubis mitten durchbohrt, innervirt innerhalb des Beckens vor seinem Austritt einen Theil des M. pubi-ischio-femoralis internus; hauptsächlich aber nach seinem Austritt den M. pub.-isch.-fem. externus, den M. ischio-femoralis, und einen Theil des M. pubi-ischio-tibialis und des M. flexor tibialis internus. Er ist also der Nerv der Adductorengruppe, wie sich am ausgeprägtesten bei den Vögeln zeigt.

Bei Alligator ist noch folgender Nerv bemerkenswerth (Fig. 14 *y*). Die Mittelportion des N. obturator geht zwischen dem M. pubi-ischio-femoralis internus und der Außenseite der Articulation des Os pubis mit dem Os ischii hindurch und, vom M. ambiens bedeckt, neben dem M. ischio-femoralis und neben der Vena saphena lang, giebt an letztere einige Zweige ab und tritt dann subcutan auf die Medianfläche des Kniegelenkes, biegt abwärts und verliert sich in Ästen zum Gelenk und zu den cutanen Partien der Medianseite des proximalen Drittels des Unterschenkels; der Nerv scheint größtentheils sensibler Natur zu sein.

Bei den Sauriern und Schildkröten gelang es mir nirgends einen solchen Nervenast des N. obturator aufzufinden. Der von Ruge bei den Monotremen beschriebene Cruralnerv für den Unterschenkel (op. cit. dieses Jahrb. IV pag. 597) und der von mir bei den Vögeln er-

wähnte Nerv x (Myologie der Ratiten pag. 8) scheinen der oben besprochenen 2. Gruppe des Cruralplexus anzugehören.

Plexus ischiadicus. Die Nerven dieses Plexus, so weit sie nicht zur Bildung des eigentlichen N. ischiadicus verwendet werden, lassen sich in mehrere Gruppen theilen.

1. Gruppe. Mit kurzen dorsalwärts gerichteten Ästen für den M. pubi-ischio-femoralis posterior und theilweise für den M. pubi-ischio-tibialis.

2. Gruppe. Längere und stärkere Äste für die Mm. pubi-tibialis, pubi-ischio-tibialis, Flexor tibialis ext. + internus und ilio-fibularis, also für sämmtliche Beuger des Unterschenkels. Gewöhnlich ist ihnen der Nerv für den M. caudi-ilio-femoralis beigemengt.

Aus diesem Komplexe sondert sich konstant mindestens ein Hautnerv. Der eine entspringt mit dem Nerven des M. pubi-ischio-tibialis gemeinsam, tritt zwischen der Pars ischiadica und der Pars pubica dieses Muskels an die Oberfläche und verbreitet sich auf der Hinter- und Medianseite des Oberschenkels. Der andere tritt auf der Dorsal-Hinterfläche zwischen den Mm. caudi-ilio-femoralis + flexor tibialis externus einerseits und dem M. ilio-fibularis anderseits aus; er versorgt die Hinter-Außenfläche des Oberschenkels. Fast ganz selbständig erscheint dieser Hautnerv bei Alligator, bei welchem er aus der Ansa $S + \alpha$ austritt.

3. Gruppe, bildet den Übergang zum Plexus pudendus; konstant innerviren die letzten an der Bildung des Plexus ischiadicus betheiligten Nerven den M. perinei, die After-, die Genitalmuskeln und den M. caudi-femoralis; sehr häufig ferner erhält der M. flexor tibialis (Pars externa) seinen Nerven aus dieser und nicht aus der vorigen Gruppe. Wie Alligator zeigt, enthält dieser Komplex auch subcutane Elemente für die Region des Afters.

Alle diese bisher erwähnten Hautnervenstämme finden sich in überraschender Ähnlichkeit auch bei den Vögeln, speciell bei den Ratiten wieder und sind diese Nerven durch ihre Austrittsstellen zwischen den Muskeln für die Vergleichung der letzteren bei den verschiedenen Thierklassen von großem Nutzen.

Der **N. ischiadicus** (Fig. 34) ist äußerlich vom M. ilio-fibularis bedeckt, läuft parallel der Vena saphena und spaltet sich schon frühzeitig in mehrere Hauptstränge, zwischen welchen die lange Endsehne des M. caudi-femoralis hindurchtritt, so dass also die Stränge nach der Lage zu dieser Endsehne in mediale und laterale geschieden werden können. Einer dieser Stränge liegt jedoch selt-

samerweise bald lateral, bald medial von der Sehne, und da ferner sowohl in der Zahl als auch in dem Verlaufe der übrigen große Verschiedenheiten angetroffen werden, so gebe ich außer einer allgemeinen Definition der Hauptstämme eine Detailbeschreibung der wichtigsten Formen. Es erwies sich als am praktischsten, den gesammten N. ischiadicus in vier Hauptstämme zu theilen; zwei davon liegen stets medial, der dritte stets lateral von der Sehne, während der vierte und gelegentliche accessorische Stämme schwanken.

Stamm I (medial von der langen Sehne des M. caudi-femoralis: plantar, tibial) tritt zwischen dem Caput internum und dem C. ext. des M. gastrocnemius in die Muskulatur des Unterschenkels ein, innervirt theilweise den M. gastrocnemius und den M. flexor longus digitorum, geht dann auf der Hinter- und Tibialseite des Unterschenkels herab und endigt entweder in Höhe des Fersengelenkes oder erstreckt sich weiter bis auf die fibularen Zehen.

Stamm II (medial von der Sehne; plantar, tibial, tief) mit theilweise ähnlichem Verlaufe wie der erste, liegt aber tiefer, dicht an der Hinterfläche der Tibia, und endigt im Gebiete der I. und II. Zehe; er ist der tiefe tibiale Nerv der Plantarseite.

Stamm III (stets lateral von der Sehne; plantar, fibular, tief) läuft zwischen den beiden Unterschenkelknochen herab, aber fibularseits, innervirt den M. gastrocnemius, den M. peroneus posterior und dann die sämmtlichen tiefen Muskeln auf der Beugeseite des Fußes.

Er sendet häufig in Höhe des Kniegelenkes einen Hautast für die Hinter-Außenfläche des Unterschenkels ab.

Stamm IV. (Sehr variabel; dorsal, = N. peroneus profundus + superficialis.) Bei Crocodilus, Alligator, Phrynosoma und Schildkröten fand ich ihn lateral, bei den meisten andern Reptilien medial von der Sehne liegend. Ferner verläuft er wie bei den Crocodilinen, Ptyodactylus und Iguana außen, fast subcutan über das Collum fibulae gehend, während er bei den andern gewöhnlich zwischen Tibia und Fibula hindurch auf die Vorderseite des Unterschenkels tritt.

Bei den Crocodilinen ist er doppelt, bei den meisten Sauriern einfach, erscheint bei Fortnahme der Mm. extensor longus digitorum und tibialis anticus, die er mit dem M. peroneus anterior innervirt; am Fuße versorgt er sämmtliche dorsale Muskeln. — Häufig entsendet er einen Hautast für die Vorderfläche des Unterschenkels.

Die speciellen Verhältnisse dieser Nerven sind folgende (Holzschnitt Fig. 4).

Alligator mississ. Stamm I*a* innervirt gleich nach seiner Ablösung vom Stamme II das Cap. ext. m. gastrocnemii, dessen Hauptnerv er bildet: dann wird der M. peroneus posterior von dessen tibialer Seite her der Länge nach durchbohrt in seinem distalen Drittel und dabei innervirt. Der Nerv kommt dann fibularwärts dicht neben dem Stamm III aus dem M. peroneus heraus, versorgt die Zehenmuskeln $6\varepsilon + \xi$ und 7α an deren Ursprüngen; damit ist dieser Nerv zu Ende.

Stamm I*b*. Läuft erst vereinigt mit dem vorigen zwischen dem M. flex. long. digit. und dem Cap. ext. m. gastrocnemii lang, neben der abwärtsgehenden Sehne des M. flexor tibialis. Innervirt den ersten Muskel und das Cap. int. m. gastrocnemii, geht schräg unter der Sehne des letzteren hindurch und kommt auf der Plantarseite der Ferse als subcutaner plantarer Stamm zum Vorschein, innervirt die Fascie nebst den zugehörigen Muskeln $6\alpha - \delta$ und theilt sich in zwei Äste; der tibiale versorgt den Muskel 7β und läuft weiter zu der ersten Zehe, zugleich die gegenüber liegende zweite innervirend; der fibulare Ast geht direkt auf die plantare Fibularseite der zweiten Zehe bis an deren Ende.

Stamm II mit den Stämmen I*a* und I*b* medial von der Endsehne des M. caudi-femoralis liegend. Der Nerv spaltet sich in zwei. Der eine innervirt das Caput int. m. gastrocnemii und einen Theil des M. flexor longus digitorum und kommt schließlich als cutaner Nerv auf der Vorder-Innenfläche der Tibia in Nähe des Ligamentum tibiofibulare zum Vorschein, sich in der dortigen Gegend verbreitend.

Der Haupttheil des Stammes geht nach vorn zwischen der Tibia und Fibula durch, läuft auf dem Außenrande der Tibia lang, innervirt dabei mehrfach den M. peroneus anterior, den M. interosseus cruris und den M. tibialis posticus, indem er sich wieder mehr in die Tiefe wendet, und schließlich das Fußwurzelgelenk.

Stamm III. Abgabe eines Astes an den M. flexor tibialis in Höhe der Femurmitte, ferner ein feines Ästchen an die Endsehne des M. caudi-femoralis. Am Knie angelangt wird ein Ast zum Ursprunge des Cap. ext. gastrocnemii abgesandt, darauf tritt der Nerv zwischen den Ursprungssehnen des M. peroneus posterior und des M. flexor longus digitorum durch und läuft, ohne Zweige abzugeben (nach außen und hinten vom M. peroneus posterior bedeckt und der Hinterfläche des platten M. flexor longus dig. anliegend), an der Plantarfläche über die Furche des Os calcanei, durchbohrt den

distalen Insertionstheil des M. peroneus posterior, spaltet sich in Höhe der Basis dig. IV handförmig in mehrere Äste und innervirt die gesammte tiefe plantare Muskulatur der Fußwurzel und der Zehen nebst den letzteren selbst.

Stamm IV (Fig. 47). Theilung in einen N. peroneus superficialis und profundus in Nähe der Kniekehle. Beide laufen subcutan auf die Außenseite des Unterschenkels. Der N. peroneus superficialis läuft dann zwischen dem Außenrande der Mm. peroneus anterior et ext. long. digitorum lang, und giebt dabei mehrere Zweige an letzteren Muskel ab; oberhalb des Lig. tibiofibulare inferius theilt der Stamm sich in einen stärkeren, unter dem Bande durchgehenden, und in einen schwächeren superficiell laufenden Ast. Der superficielle Ast durchbohrt den Ursprung des dorsalen Zehenmuskels 3α, versorgt denselben und geht dann auf der Außenseite der IV. Zehe lang als N. cutaneus. Der tiefe Ast des N. peroneus superficialis geht unter dem Ligamente, aber über dem M. extensor hallucis proprius lang und innervirt letzteren, dann unter 2δ hindurch zwei starke Äste zum N. peroneus profundus zur Knotenbildung abgebend, der Haupttheil geht dann auf der Fibularseite der III. Zehe lang und innervirt die Zehenmuskeln 3α, $4\beta + \gamma + \delta$; darauf Spaltung, indem die fibulare Seite der III. Zehe und die tibiale der IV. nebst der zugehörigen Schwimmhaut innervirt werden.

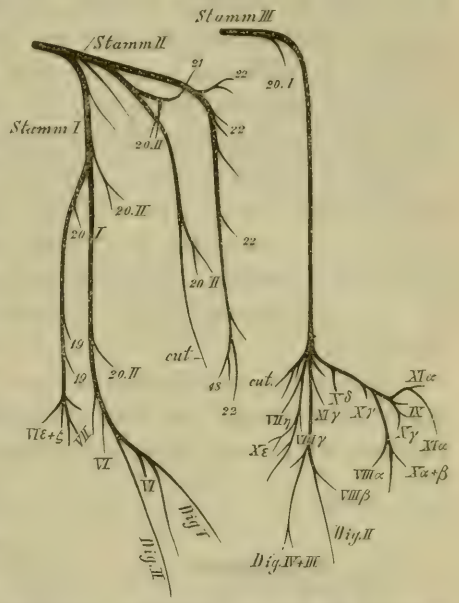
N. peroneus profundus. Sendet einen Hautast zur Vorder-Außenseite des Unterschenkels und innervirt dann den M. tibialis anticus; darauf geht der Nerv in der Tiefe, neben der Tibia lang zwischen dieser und den Mm. tibialis anticus et peroneus anterior, dabei werden der erstere Muskel und der M. extensor longus digitorum mehre Male innervirt, ferner der M. extensor hallucis proprius. Hierauf kriecht der Nerv unter letzterem Muskel durch und bildet mit Hilfe des N. peroneus superficialis einen Nervenknoten, der äußerlich von den Endsehnen der vereinigten Mm. ext. longus digitorum et tibialis anticus, und von dem zwischen ihnen durchtretenden Zehenmuskel 2γ bedeckt wird. — Die aus dem Nervenknoten entsendeten Äste innerviren fast sämmtliche dorsale kurze Zehenmuskeln.

Crocodilus acutus (Fig. 47 und Holzschnitt Fig. 4). Stamm I versorgt das Caput ext. m. gastrocnemii; läuft neben der herabsteigenden Sehne des M. flexor tibialis externus lang; in Höhe der Unterschenkelmitte Spaltung in zwei nahezu gleich starke Äste; der eine,

I*a*, durchbohrt den M. peroneus anterior, der andere ist plantar tibial und verläuft schließlich subcutan auf der Plantarfläche der ersten drei Zehen.

Stamm II tritt von hinten zwischen die Fibula und Tibia, sendet aber vorher einen ziemlich starken Ast durch die Ursprungsköpfe des Cap. int. m. flexoris long. digitorum; dieser Ast kriecht dann zwischen letzterem Muskel und der Tibia hervor, vom Cap. int. gastrocnemii bedeckt, geht dann auf der Hinter-Innenfläche der Tibia lang und verschwindet seitwärts am Gelenk und den Zehen. — Der Haupttheil des Stammes II innervirt das Cap. int. m. gastrocnemii und beider Köpfe des M. flexor longus digitorum.

Fig. 4.



Alligator. Die Stämme I, II, III des N. ischiadicus der linken Seite.

Stamm III. Trennt sich vom allgemeinen N. ischiadicus-Stamm in Höhe der Femurmitte. Verlauf wie bei Alligator, nur giebt er außerdem schon dort wo er über dem Ursprunge des Cap. ext. gastrocnemii und wo er zwischen diesem Kopfe und der Insertion des M. ilio-fibularis durchbricht, einen subcutanen Ast ab, der neben dem M. peroneus anterior lang läuft und bis zum Os calcanei verfolgbar ist.

Stamm IV (Fig. 47). N. peroneus superficialis. Subcutan zwischen dem M. peroneus anterior und dem M. extensor long. digitorum lang laufend. Innervirt aber nur den ersteren Muskel (nicht wie bei Alligator auch den M. extensor longus) und läuft theils über, theils unter dem queren Ligamente hin und schlägt eine mehr dorsal-fibulare Richtung ein.

N. peroneus profundus; stärker als der vorige. Überall von den Mm. tibialis anticus + extensor longus bedeckt, welche Muskeln er beide innervirt. Knotenbildung am Fußgelenk mit dem N. per. superficialis wie bei Alligator.

Hydrosaurus marmoratus. Stamm IV. Lateral von der Sehne;

geht außen über die Köpfe der Mm. peroneus posterior et anterior, dann zwischen dem M. peron. anterior und dem M. ext. longus in die Tiefe, wobei er beide Muskeln innervirt; darauf geht der Stamm dorsalwärts über das Lig. tibio-fibulare und spaltet sich dann in zwei Äste, von denen der als N. peroneus superficialis aufzufassende über dem M. extensor hallucis proprius hinläuft und schließlich die dorsalen Muskeln der V. Zehe etc. innervirt.

Der N. peroneus profundus geht unter dem M. extensor hallucis durch, innervirt diesen und die meisten dorsalen Zehenmuskeln, ferner die Zehenränder und die Schwimmhäute.

Bei H. marmoratus, nicht bei H. giganteus, fand ich noch einen fünften Stamm, der sich von den Stämmen I + II lostrennt: er innervirt zuerst den M. tibialis anticus, und ist vom Cap. int. gastrocnemii bedeckt; dann erscheint er subcutan auf der Hinterfläche der Insertion des M. tibialis anticus und verliert sich dort im Fußgelenk.

Cnemidophorus (Holzschnitt Fig. 6). Stamm IV. Die Nn. peronei liegen median von der Sehne des M. caudi-femoralis und treten zwischen Fibula und Tibia zur Vorderseite des Unterschenkels durch.

Fig. 5. Fig. 6. Fig. 7.

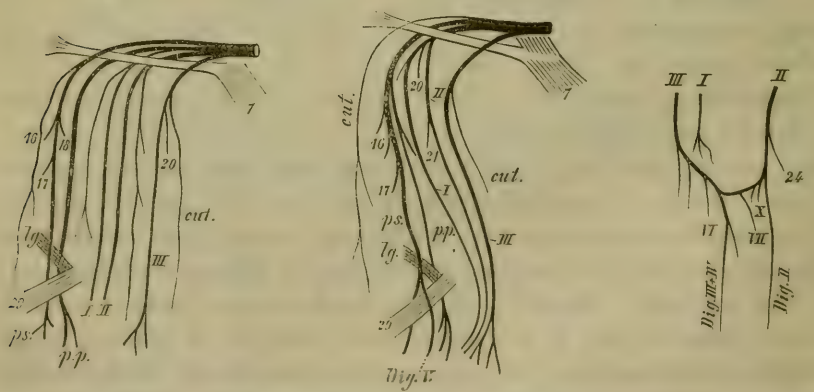


Fig. 5. Lacerta viridis. N. ischiadicus der linken Seite; lateral gesehen. — 7 Endsehne des M. caudi-fem. *lg* Lig. tibio-fibulare. *pp* N. peron. profundus. *ps* N. peron. superficialis. — Fig. 6. Cnemidophorus. — Fig. 7. Hydrosaurus. Die distalen Verzweigungen der Stämme *I—III*. Linker Fuß, plantar.

Ein anderer Stamm geht am Knie außen über die Fibula, dann zwischen den Mm. peroneus posterior et ext. longus digitorum als N. cutaneus weiter.

Ophryoessa. Stamm IV medial von der Sehne, zwischen Fibula und Tibia durchtretend; bleibt aber ein einheitlicher Ast. Dazu

kommt ein Ast, der lateral von der Sehne liegt und vom M. extensor tibialis bedeckt zur Kniekehle tritt, wo er Nervenäste zum Gelenk und zum Ursprunge des Cap. ext. gastrocnemii sendet.

Iguana. Stamm IV ist doppelt, beide liegen lateral von der Sehne und gehen subcutan außen über die Fibula zur Vorderseite des Unterschenkels.

Lacerta (Holzschnitt Fig. 5). Stamm IV. Der N. peroneus superficialis liegt lateral von der Sehne; er läuft an der Innenfläche des M. ilio-fibularis lang, dann außen über das Collum fibulae, darauf zwischen dem M. ext. longus und dem M. peroneus anterior in die Tiefe; über dem Lig. tibio-fibulare, unter dem M. extensor hallucis, zur dorsalen Fußmuskulatur.

Zu diesem Nerven gehört ein schwächerer Theil, ausschließlich Hautnerv für die Vorderfläche des Unterschenkel.

Der N. peroneus profundus liegt median von der Sehne, tritt zwischen Fibula und Tibia durch und begiebt sich unter dem Ligamente und unter dem M. extensor hallucis zur dorsalen Zehenmuskulatur, besonders zu Zehe IV.

Ptyodactylus. Stamm IV. Ein Theil liegt median von der Sehne, tritt zwischen Fibula und Tibia hindurch und verhält sich dann wie bei Lacerta.

Ein anderer liegt lateral von der Sehne, geht außen über die Fibula und spaltet sich in zwei Äste, die zwischen den Mm. ext. longus et peroneus anterior in die Tiefe gehen und sich zur dorsalen Zehenmuskulatur begeben.

Chamaeleon. Außer über die Fibula geht gar kein Nerv. Der Stamm IV ist einfach, liegt median von der Sehne, tritt zwischen den Unterschenkelknochen in Höhe der Mitte derselben durch nach vorn, innervirt die Mm. ext. longus, tibialis anticus, peroneus posterior et extensor hallucis proprius, kriecht unter letzterem durch zur dorsalen Zehenmuskulatur.

Phrynosoma. Stamm IV. Ein starker Ast läuft, lateral von der Sehne, proximal von der Insertion des M. ilio-fibularis über das Collum fibulae, innervirt den M. ext. longus und den M. tibialis anticus und begiebt sich dann zum Fuße (N. peroneus profundus).

Ein anderer Ast (N. peroneus superficialis?) liegt zusammen mit dem Stamm I + II, von dem er sich erst spät trennt, median von der Sehne des M. caudi-femoralis, tritt dann zwischen der Tibia und Fibula durch auf die Vorderseite des Unterschenkels, geht dorsal

über den M. extensor hallucis proprius fort und dann zur tieferen Lage der dorsalen Zehenmuskeln.

Kapitel III.

Muskeln.

Eine systematische Zusammenstellung sämmtlicher Muskeln des Beckens und der hinteren Extremität der Reptilien wird im zweiten Theile dieser Arbeit gegeben. Bei der Beschreibung der Muskeln erschien es zweckmäßig mehr topographisch zu verfahren, da eine Gruppirung der am Becken entspringenden Muskeln nach Ursprung, Insertion und Innervation, also nach ihrer Zusammengehörigkeit, sich mit einer Behandlung in fortlaufender Reihe nicht recht vereinbaren ließ.

Die Rhynchocephalidae, repräsentirt durch Hatteria, erwiesen sich häufig so abweichend von den übrigen Reptilien und sind durch das überraschend primitive Verhalten mancher ihrer Muskeln von solcher Wichtigkeit, dass sie eine getrennte Behandlung erforderten, während die Chamaeleonten, die zwar auch viel Eigenthümliches in ihrer Muskulatur aufweisen, mit den typischen Sauriern zusammen besprochen werden konnten. Es sind daher die Reptilien in vier Gruppen behandelt worden: Crocodilini, Hatteria, Saurii, Chelonii.

Folgendes Schema möge als Anhalt für die bei der Beschreibung der Muskeln angenommene Reihenfolge dienen:

§ 1. Muskeln, die vom Stamme und zwar postsacral entspringen, und an den Beckenknochen inseriren: also die Muskeln des Schwanzes und die davon ableitbaren Muskeln des Afters und der Geschlechtsorgane. — Die präsacral entspringenden Muskeln sind in einer früheren Arbeit (dieser Band pag. 57 ff.) besprochen worden.

§ 2. Die Muskeln der hinteren Extremität.

I. Muskeln, welche den Oberschenkel umgeben.

A. Auf der Vorderfläche des Oberschenkels (Extensoren).

Oberflächliche Lage.

Mit verschiedenem Ursprunge und verschiedener Insertion. M. ambiens. Nr. 1.

Vom Os ilei entspringend, an der Tibia inserirend. M. extensor ilio-tibialis. Nr. 2.

Tiefere Lage. Vom Femur zur Tibia. M. femoro-tibialis. No. 3.

B. Außen (Lateral-) fläche des Schenkels, oder Dorsalseite.

Oberflächliche Lage.

Vom Os ilei zur Fibula. M. ilio-fibularis. Nr. 4.

Vom Os ilei zum Femur. M. ilio-femoralis. No. 5.

Vom Os ilei und von den ersten Schwanzwirbeln entspringend, und am Femur inserirend. M. caudi-ilio-femoralis. Nr. 6.

Von den Schwanzwirbeln; mit kurzer Sehne zum proximalen Theile des Femur, und mit einer langen Sehne zur Kniekehle. M. caudi-femoralis: Nr. 7.

C. Hinterfläche des Oberschenkels. (Beuger des Unterschenkels.) Ursprung von den Schwanzwirbeln und vom caudalen Theile der Ossa ilei et ischii. M. flexor tibialis externus et internus. Nr. 8 u. 9.

D. Innen (Median-) fläche des Oberschenkels. Auf der Ventralfläche des Beckens.

Oberflächliche Lage. Von den Ossa pubis et ischii entspringend und an der Tibia inserirend. M. pubi-ischio-tibialis et M. pubi-tibialis. Nr. 10 u. 11.

Mittlere Lage. Vom Os ischii zum Femur. M. ischio-femoralis. Nr. 12.

Tiefste Lage. Vom größten Theile der Ossa pubis et ischii entspringend, und am proximalen Theile des Femur inserirend.

Von der kopfwärts gerichteten und inneren Fläche des Os pubis. M. pubi-ischio-femoralis internus. Nr. 13.

Von der ventralen oder äußeren Fläche der

Ossa pubis et ischii. M. pub. isch. fem. externus. Nr. 14.

Von der caudalen, hinteren Fläche des Os ischii. M. pub. isch. fem. posterior. Nr. 15.

II. Muskeln, welche den Unterschenkel umgeben. Sie entspringen entweder von den Condylen des Femur, oder von Tibia und Fibula. Insertion bei den einzelnen Gruppen der Reptilien sehr verschieden. Nr. 16—24.

III. Die kurzen Zehenmuskeln, d. h. Muskeln, die in Höhe des Fußgelenkes entweder von den Knochen der Fußwurzel oder von der Endsehne langer Zehenmuskeln entspringen. Nr. 25—34.

§ 1.

Die Muskeln des Schwanzes.

A. Untersuchung.

Die Muskeln des Schwanzes haben den Charakter der primitiven Rumpfmuskulatur mit ihrer metameren Theilung noch ziemlich deutlich bewahrt. — Diese Muskulatur setzt sich aus vier Reihen von nicht ganz vollständigen tütenförmigen in einander steckenden Kegeln zusammen, wodurch in jedem Metamere eine quere Zickzacklinie von vier vor- und drei rückwärts gerichteten Spitzen entsteht. Von jedem Wirbel entspringen nämlich vier Kegel, deren Basis aponeurotisch und deren muskulöse nach dem Kopfe zu gerichtete Hälfte in eine Spitze ausläuft, die sich ungefähr zwei Wirbel weit nach vorn erstreckt. Die dorsale Kegelreihe entspringt von den Proc. spinos. dorsal. und etwas von den Zygapophysen. Die nächstfolgende dorsolaterale von der Dorsalfläche des Proc. transv., die dritte, als ventrolaterale zu bezeichnende, von der Ventralfläche der Querfortsätze und von den Wurzeln des Proc. ventrales (Haemapophysen). Die vierte, oder ventralste Reihe von der Seitenfläche der Haemapophysen.

In der vorderen Gegend des Schwanzes werden die Basen der beiden ventral von den Querfortsätzen liegenden Kegel aber mit ihren Ursprüngen nur auf das Ende der Querfortsätze und der ventralen Dornfortsätze beschränkt, da sich zwischen sie der später

zu beschreibende M. caudi-femoralis (Nr. 7) schiebt, so dass letzterer von der eigentlichen Schwanzmuskulatur scheidenförmig umgeben wird.

Durch das Vorhandensein eines Beckengürtels wird nach vorn hin eine gewaltige Veränderung in der Schwanzmuskulatur hervorgebracht.

Am wenigsten wird davon die dorsale Kegelreihe betroffen, so dass diese als die Fortsetzung des M. longissimus dorsi, der Mm. interspinales etc. erscheint, während die zweite Reihe, die dorsolaterale, mit dem caudalwärts gerichteten Ende des dorsalen Iliumkammes verbunden ist und so nach Lage und Insertion am Schwanze den M. ilio-costalis zu vertreten scheint. — Durch das Dazwischentreten des Ilium wäre also die dorsale (d. h. die von den dorsalen Ästen der Spinalnerven versorgte) Rumpfmuskulatur in zwei Haupttheile zerfällt, deren vorderer Abschnitt sich in den Longissimus dorsi, und ferner bei der Ausbildung von Rippen zum M. ilio-costalis differenzirte, während im hintern Abschnitte, d. h. am Schwanze, ein dem frühern Zustande ähnlicher erhalten geblieben ist.

Die beiden ventralen Kegelreihen verwachsen mit einander der Länge nach und inseriren sehnig-fleischig am Proc. transv. des ersten Schwanzwirbels, können sich aber auch, wie z. B. bei Lacerta, mit einem bedeutenden Kopfe an das Ilium heften. Die ventralste Reihe endlich inserirt mit einer starken Sehne am Tuber ischii: bei den Krokodilen an der Symphysis ossium ischii; eventuell trennt sich von der Muskelmasse ein Sphincter cloacae ab.

Die gesammte Schwanzmuskulatur ist mit der Haut durch sehnige an die Schuppenränder tretende Fasern eng verwachsen.

Dies ist die allgemeine bei Sauriern und Krokodilen gefundene schematische Anordnung. — Die Amphibia caudata zeigen (cf. Salamandra, Menobranchus, Menopoma) dieselbe Anordnung, die nur in so fern noch etwas einfacher und mehr dem Fischtypus sich nähert, als die dorsale Muskulatur in der Regel gar nicht mit dem Ilium verbunden ist und die ventrale Masse nur wenige Veränderungen erlitten hat. Die mannigfachen und oft bedeutenden Umbildungen, welche diese Theile später bei den Krokodilen, Sauriern und Schildkröten eingegangen sind, werden im Folgenden nachgewiesen.

M. ilio-ischio-caudalis.

Ischio-coccygien. Cuvier. *C.* 296.
Ischio-coccygien supérieur et inférieur. Cuvier. *S.* 297.
Ohne Namen. Meckel. *S.* 3. 152.
Ischio-coccygeus. Gorski. *C.* 16. — *S.* 21. — Hair. *C.*[1]
Caudal muscles. Mivart. *S.*[1]
Ilio-caudalis + ischio-caudalis. Humphry.
In Bezug auf die Schildkröten s. pag. 367.

Crocodilini (Fig. 32—34). Die Krokodile kommen in der Muskulatur des Schwanzes dem typischen Verhalten am nächsten. Den lateralen und ventralen Theil der Schwanzmuskulatur bildet eine breite und sich bis an das Ende des Schwanzes erstreckende voluminöse Masse, die unmittelbar unter der Haut liegt und von den Processus transversis et Pr. spinosis sämmtlicher Schwanzwirbel entspringt. Vom 40. Wirbel an kopfwärts umschließt diese Masse den M. femoro-caudalis scheidenförmig und wird durch letzteren in ihrem Ursprunge beschränkt, indem jener Muskel sich zwischen ihn und die Wirbelkörper drängt. Die gesammte Seitenmuskulatur des Schwanzes endigt nach vorn hin (am Becken) in drei Portionen, deren ventralste und medialste als ein wenigstens morphologisch wenig entwickelter Sphincter die Kloake begrenzt. Die laterale und stärkste Portion (Pars ischio-caudalis) befestigt sich mit kurzer starker Sehne am Margo postero-ventralis des Os ischii und ist außerdem mit dem sich ihm aufklebenden lateralen Theile des Rectus verbunden. Die dorsale Portion (Pars ilio-caudalis) inserirt mit zwei kegelförmigen stark sehnigen Köpfen erstens am Processus transversus des ersten Schwanzwirbels und zweitens an der Spina posterior ossis ilei.

Innervation. Bei Alligator wird die Pars ischio-caudalis hauptsächlich von den Nerven α, β, γ (XXVII — XXIX) versorgt, während der dorsale zum Ilium gehende Theil erst von γ an innervirt wird. Nachdem der Muskel dann weiter nach hinten zu einer einheitlichen Masse, dem eigentlichen Musculus lateralis caudae, vereinigt ist, treten Äste aus den ventralen Stämmen der metameren Spinalnerven regelmäßig in denselben ein, nachdem sie lateral oder dorsal um den M. caudi-femoralis herumgegangen sind.

---

[1] Ausführliche und klare Beschreibung der Schwanzmuskulatur; es sei hiermit darauf verwiesen.

Aftermuskeln. Von dem M. lateralis caudae sind außer dem oben erwähnten Sphincter noch die folgenden beiden kleinen Muskeln herzuleiten.

1) Ein vorderer näher dem Becken gelegener kommt von den Proc. transv. der ersten Schwanzwirbel, hebt sich allmählich als dünne Platte von dem Hauptheile ab und inserirt mit ventro-proximal gerichteten Fasern, unter dem lateralen Rectusbande hindurchgehend, am hintersten Ende des Ischium und dem Vorderende des Afters [1].

2) Nach hinten auf den vorigen folgt ein mehr bandartiger Muskel. Beide werden vom Plexus ischiadicus aus innervirt, bei Crocodilus vom Nervenstamm *S* aus und vielleicht auch von *α*; bei Alligator tritt ein Zweig des Nerven *α* am hinteren Rande der Ischiumsymphyse nach außen durch und dann in diese beiden Muskeln, ein großer Theil dieses Zweiges jedoch geht als N. cutaneus weiter.

Saurii. Bei den Monitoren sind die metameren Septa in der Regel nur noch sehr schwach ausgebildet (deutlich dagegen bei Lacerta und Cyclodus) (Fig. 49) und die Trennung in den dorsalen an die Proc. transv. der ersten Schwanzwirbel, und den ventralen zum Tuber ischii tretenden Kopf geht äußerlich in Höhe des 6. Schwanzwirbels vor sich. Die Pars ilio-caudalis zeigt wie gewöhnlich das typische Verhalten, aber die Pars ischio-caudalis ist bei Weitem schwächer und zeigt ein Selbständigwerden indem sich von der allgemeinen Masse nur ein oberflächlicher Kopf abspaltet, der an das distale Ende des Ischium neben der Symphyse tritt, während ein anderer kleiner tieferer Theil sich bei Hydrosaurus giganteus als spindelförmiger Strang von dem ihn äußerlich scheidenförmig umgebenden Hauptheile schon in Höhe des 9. Schwanzwirbels loslöst und mit distinkter fester Sehne unter den Aftermuskeln hindurch (von diesen bedeckt) zum Tuber ischii geht.

Bei Cyclodus (Fig. 49) zeigt die Pars ilio-caudalis und der oberflächliche zur Ischiumsymphyse tretende Kopf der Pars ischio-caudalis deutliche quere Zickzacklinien, aber der tiefere zum Tuber

[1] Wahrscheinlich ist dies der Muskel, welcher bei den Sauriern, die, wie wir sehen werden, eine bei Weitem mehr differenzirte Muskulatur der Region zwischen den Ossa ischii und dem After aufweisen, als M. perinei beschrieben worden ist (cf. pag. 366).

ischii gehende Kopf ist ganz selbständig geworden; er zeigt gar keine metamere Septa mehr und bildet einen vom Haupttheile gänzlich losgetrennten und umschlossenen doppelt spindelförmigen Bauch, der mit sehr geringer Ausdehnung fleischig von den Seitenflächen der Y-förmigen Knochen des 47. und 48. Wirbels entspringt und in seiner ganzen Länge ventral neben dem M. caudi-femoralis liegt.

Ähnlich bei Iguana, wo er nur von den ersten drei Y-Knochen kommt und von einem median vom M. caudi-femoralis durchtretenden Nerven des Stammes β (XXVIII) innervirt wird.

Bei Lacerta entspringt die Pars ischio-caudalis von den ersten vier Y-Knochen und ist in der Medianlinie mit dem Muskel der anderen Seite fleischig verwachsen; äußerlich von dem bei den Lacerten stark entwickelten Aftermuskel Nr. 3 (cf. pag. 366) zum großen Theile bedeckt. Innervation durch Nerv β (XXXI).

Weniger selbständig ist der Muskel bei Cnemidophorus, indem er vom 2.—12. Y-Knochen entspringt und mehr mit dem Hauptmuskel verwachsen ist. Innervirt durch Nerv α.

Chamaeleon zeigt eine abweichende Ausbildung der Schwanzmuskulatur, was wahrscheinlich mit der veränderten Funktion des ganzen Organes (Wickelschwanz) in engem Zusammenhange steht. Die Pars ilio-caudalis entspringt sehnig-fleischig von den Proc. transv. der Wirbel 25—34, also nur von den ersten 10 Schwanzwirbeln, und von den Körpern der Wirbel 28 bis ungefähr 31. — Die Pars ischio-caudalis bildet ein vom vorigen theilweise lostrennbares sehr schmales Bündel und ist mit ihren Ursprüngen von Wirbel zu Wirbel bis fast zum Ende des Schwanzes verfolgbar. — Es ist also bei Chamaeleon der seitlich liegende Muskel, die Pars ilio-caudalis verhältnismäßig wenig entwickelt und erstreckt sich kaum bis auf das erste Viertel des Schwanzes. Die ventrale Masse dagegen reicht bis an das Ende des Schwanzes und entspringt von sämmtlichen Schwanzwirbeln und zwar von deren Ventralfläche, da bekanntlich bei den Chamaeleonen die beiden Pleurapophysen jedes Wirbels nicht wie bei den übrigen Sauriern zu einem Y-förmigen Knochen zusammenwachsen, sondern weit divergiren. Die ventro-laterale Hälfte des Seitenschwanzmuskels muss also medianwärts über diese Pleurapophysen hinübergewandert sein, um zwischen diese beiden Apophysen zu gelangen. — Aus dieser Anordnung der Schwanzmuskeln von Chamaeleon folgt nun erstens, dass der Schwanz nur in seinem ersten

Viertel seitwärts gebogen werden kann, zweitens, dass dies Organ in seiner ganzen Länge eine unbegrenzte Ventralwärtsbiegung erlaubt, mit anderen Worten, dass der Schwanz seinen ursprünglichen Charakter als Ruderorgan völlig verloren, dafür aber die Fähigkeit Äste zu umwickeln gewonnen hat.

Die gesammte Seiten- und ventrale Schwanzmuskulatur ist mit der der anderen Seite in der ganzen Länge des Schwanzes verwachsen, schließt desshalb den Kloakenmuskel Nr. 3 vollkommen ein. Eine bestimmte Insertion der Pars ischio-caudalis ist schwer anzugeben, da ihr laterales Ende in die beiden Schenkelmuskeln 6 und 3 übergeht, diesen theilweise als Ursprung dienend: und zweitens, da die meisten Aftermuskeln unter sich und mit der Pars ischio-caudalis verwachsen sind, so erreicht letzterer auch den After[1].

Aftermuskeln (Fig. 35, 36, 49). Als aus der Seitenmuskulatur des Schwanzes hervorgegangen, sind die Aftermuskeln zu betrachten: dieselben sind am deutlichsten bei den Monitoren und bei Cyclodus ausgebildet[2].

1) Ein allen Sauriern zukommender kleiner Muskel, der plattfleischig vom Hinter- oder Innenrande des Ischium nahe der Verbindung mit dem Ilium entspringt und nach innen (d. h. median) von den Nervenstämmen der Insertionssehne der Pars ischio-caudalis anliegend, mit kurzer Sehne zum lateralen Vorderrande des Afters geht. Er ist unstreitig eine Abspaltung der Pars ischio-caudalis, mit deren oberflächlichen Theilen er z. B. bei Cyclodus noch verwachsen ist.

2) Ein Sphincter cloacae wird jederseits aus zwei schmalen Bündeln gebildet, die vom Ende des Querfortsatzes des ersten Schwanzwirbels kommen und subcutan nach vorn und hinten um den After herum mit denen der anderen Seite kontinuirlich verschmel-

---

[1] Bei Chamaeleon parsonii scheint nach Prof. Mivart's Beschreibung (l. cit.) der M. infero-costalis unsere Pars ischio-caudalis und den Kloakenmuskel Nr. 3 zu enthalten: »This muscle (the infero-caudal) runs along the middle of the under surface of the tail for its whole length, passing anteriorly, above the transversus perinei, and beside the cloacal aperture internal to the ischio-caudal. It ends on the postero-external wall of the cloaca.«

[2] A. Sanders hat mit großer Sorgfalt die specifischen Verhältnisse dieser Muskeln bei Phrynosoma untersucht und abgebildet. Er beschreibt vier kleine Muskeln, die nach ihm zum Öffnen und Schließen der Kloake dienen, nämlich einen Dilatator, Sphincter, Retractor und Constrictor cloacae.

zen, sich auch theilweise an den Seiten und am Hinterrande des Afters befestigen.

Kontraktion dieser Muskeln bewirkt Verengerung resp. Schließung der Afterspalte (Fig. 36 β).

3) Ein ebenfalls nie fehlender mehr oder weniger spindelförmiger Muskel, der vom Seitenhinterrande des Afters (wo sich jederseits die nach hinten endende taschenartige Einstülpung befindet) unter dem Sphincter hindurch nach hinten läuft und von der Pars ilio-caudalis bedeckt in verschiedener Ausdehnung von einigen Querfortsätzen der Schwanzwirbel entspringt.

Ziemlich platt ist dieser Muskel bei Hydrosaurus marmoratus, bei dem er vom 29. Wirbel seinen Hauptursprung nimmt, und außerdem mit einer langen, dünnen Sehne vom 45. Wirbel kommt (Fig. 36 γ).

Bei Cyclodus fand ich ihn nur als zündholzdicken Strang, der ohne mit den anderen Muskeln zusammenzuhängen, vom 50. Wirbel entsprang (Fig. 49 γ).

Von ähnlicher Selbständigkeit erscheint er bei Lacerta viridis, wo er, sich zuspitzend, als echter Spindelmuskel vom 39. Wirbel entsprang. Schwach und kurz ist er bei Iguana, während er bei Phrynosoma dickfleischig sich bis an das Ende des allerdings sehr kurzen Schwanzes erstreckt.

4) Auf den vorigen folgt mehr nach dem Ilium zu ein ebenfalls plattes Bündel, welches, kaum bis an die Querfortsätze der Wirbel reichend, sich von der Innenfläche der Pars ilio-caudalis löst und unter den beiden den Sphincter zusammensetzenden Bündeln durchgehend, am Seitenrande des Afters sich befestigt. Bei Cyclodus zerfiel dieser Muskel in zwei neben einander liegende kleinere: bei den Lacertinen aber scheint er ganz zu fehlen (Fig. 49 δ).

5) Als eine Abspaltung von der Pars ilio-caudalis kann ferner ein platter, breiter Muskel aufgefasst werden, der dünnfleischig in derselben Tiefe wie die übrigen Aftermuskeln in Höhe des 2. und 3. Schwanzwirbels sich ablöst und fleischig-sehnig sich mit dem Insertionsende des M. perinei und den Köpfen einiger dort entspringenden Unterschenkelmuskeln verbindet (Fig. 48, 49 ε).

M. transversus perinei[1]. Bei denjenigen Sauriern, welche,

---

[1] Mivart und Sanders sind die Einzigen, die diesen Muskel beachtet und zugleich seine Selbständigkeit erkannt zu haben scheinen. Der erstere beschreibt

wie die Lacertinen und Geckotiden (Fig. 7), ein Os cloacae besitzen, entspringt dieser Muskel vom Hinterrande der Symphysis ossium ischii und vom ganzen Seitenrande des Os cloacae mit seinen caudalsten Fasern auch mit dem Sphincter ani in Verbindung stehend. Fehlt dagegen das Os cloacae, wie bei den Monitoren (Fig. 36), bei Ophryoessa, Phrynosoma und Chamaeleon, so ist der Muskel mit dem der anderen Seite von der Symph. ossium ischii bis zum After hin dickfleischig verwachsen. Bei Phrynosoma dehnt sich sein Ursprung bis weit auf den Hinterrand des Os ischii aus. — Cyclodus siehe Fig. 48, 49. Der dicke, kurze Muskel erhält eine ungefähr drei- oder viereckige Gestalt mit querem Faserverlauf durch das Lig. ilio-ischiadicum, an welchem er theilweise inserirt, während seine tieferen Fasern den Ursprung für die nicht vom Ilium oder Ischium kommenden Köpfe der Muskeln der Hinterfläche des Oberschenkels, nämlich des M. flexor tib. ext. et int. und des M. pub. isch. tib. bilden. An seiner Innenfläche liegen ihm der vom Ischium entspringende Aftermuskel und die Sehne des M. ischio-caudalis an, während er nach außen theilweise von dem vordersten queren Aftermuskel bedeckt wird, zum größten Theil aber subcutan liegt.

Hiernach hat es den Anschein, als ob der M. transversus perinei nichts weiter als ein durch das Lig. ilio-ischiadicum von den erwähnten Schenkelmuskeln abgetrenntes Ursprungsstück wäre, indem sich in der Schenkelbeuge eine Zwischensehne ausgebildet hätte (das Lig. il. isch.). Dem widerspricht jedoch die Innervation des betreffenden Muskels, da derselbe bei allen Sauriern zusammen mit den Schwanz- und Aftermuskeln aus dem Stamme *α* innervirt wird. Wir können den M. transversus perinei demnach nur als vorderstes ventrales selbständig gewordenes Stück des ursprünglichen M. lateralis caudae betrachten, eine Auffassung, die durch das Fehlen eines solchen selbständigen Muskels bei den Krokodilen bei ihrem mehr indifferenten Verhalten der Schwanzmuskulatur vielleicht unterstützt wird.

Chelonii (Fig. 30). Bei den Schildkröten ist eine weitgehende

---

ihn bei Iguana op. cit. als M. transversus perinei mit folgenden Worten: »This is a thick, triangular muscle, arising from the side of the os cloacae and from the tendinous arch before mentioned passing to the ilium (unser Lig. ilio-ischiad). It fuses more or less completely with the posterior part of the origines of the semimembranosus.«

Differenzirung der Schwanzmuskeln eingetreten mit gänzlichem Verschwinden der Septa, und sind die einzelnen nun vorhandenen Muskeln nicht leicht auf das bei Weitem einfachere und primitivere bei den Sauriern gefundene Verhalten zurückzuführen, sie bieten uns vielmehr einen wichtigen Übergang zu den betreffenden Muskeln der Vögel dar. Wir besprechen daher im Folgenden auch die von dorsalen Nervenästen versorgten Muskeln.

Während der Schwanz der Krokodile und einiger Saurier hauptsächlich als Ruderorgan benutzt wird, und schon desshalb ein den Fischen ähnliches Verhalten zeigen wird, fällt diese Funktion, ja eine Funktion des Schwanzes überhaupt, im Verein mit bedeutender Verkürzung und Verringerung der Wirbelzahl dieses Organes bei den Schildkröten ganz fort. Die Wirkung mehrerer seiner Muskeln besteht jetzt hauptsächlich darin, den Schwanz seitlich und abwärts unter die schützende Schale zu bergen[1].

Von den im Folgenden beschriebenen sechs Schwanzmuskeln der Schildkröten gehört nur der M. levator caudae, und höchstens ein Theil des M. ilio-sacro-caudalis der Dorsal-Muskulatur an.

1) M. levator caudae.

Extensor caudae. Bojanus, Nr. 97. — Owen, Nr. 1. — Meckel pag. 123.
Testo-coccygeus. Hoffmann, pag. 111, Nr. 77.

Fleischig nahe der Dorso-median-Linie von der Innenfläche des 9. und 10. Rückenschildes; dazu kommt noch ein fleischiges starkes Bündel von den Sacralwirbeln und den ersten praesacralen Wirbeln; ferner am lateralen Rande ein langer, sehr dünner strickförmiger Muskelzug vom Hinterrande des dicht unterhalb der Ilio-

[1] Bei den meisten Sauriern wird der Schwanz zwar auch nicht zum Rudern benutzt und ist ein Nutzen desselben, wenn er nicht wie bei den Chamaeleonten als Kletterorgan dient, zwar ebenfalls nicht erkennbar, denn als Ursprung für den mächtigen M. caudi-femoralis würde eine bedeutend geringere Länge des Schwanzes genügen, da der betreffende Muskel selten weit, und nie bis an das Ende des Schwanzes sich erstreckt. Wir müssen uns hier mit der Annahme begnügen, dass wir ganz alte Verhältnisse vor uns haben, in denen der Schwanz stehen geblieben und aus noch unbekannten Gründen bis jetzt nur sehr selten, wie bei Phrynosoma und Trachelosaurus, rückgebildet worden ist. — Bei vielen Schildkröten, z. B. bei Testudo und Emys, ist der Schwanz sehr stark verkürzt, vielleicht bis auf das größtmögliche Maß, da außer der Kloake und den Begattungsorganen ein beträchtlicher Theil des Rectum im Schwanze liegt.

sacral-Verbindung befindlichen Iliumknorrens. Der Muskel inserirt mit schräg nach hinten und ventralwärts konvergirenden sehnigen Fasern bei Testudo an den Dornfortsätzen und den Dorsalflächen des 24. bis ungefähr 30. Wirbels, also am 4. bis 10. Schwanzwirbel. Wirkt der Muskel jeder Seite einzeln, so wird der Schwanz einwärts und etwas dorsalwärts gezogen, während die Muskeln beider Seiten zusammen den Schwanz heben und strecken[1].

2) M. ilio-sacro-caudalis.

Flexor caudae lateralis. Bojanus, Nr. 48. — Owen.
Ileo-coccygeus. Stannius, pag. 113.
d 2. Meckel, pag. 124.
M. ileo-sacro-coccygeus. Hoffmann, 111, Nr. 78.

Von den Querfortsätzen der Wirbel 18—20, also vom ersten praesacralen Wirbel an, und vom hinteren Ende des dorsalen Iliumknorrens. Insertion des langen, platten Muskelbandes an den Dornfortsätzen der nächsten 10 Wirbel, vielleicht auch bis ans Ende des Schwanzes sich erstreckend. — Der Muskel wirkt als Seitwärtszieher, oder event. als Heber des Schwanzes. Meckel lässt ihn den Schwanz seitlich und etwas »nach unten« beugen und fasst ihn als Übergang von den Seitwärtsbeugern zu den Vorwärtsbeugern auf.

3) Sacro-caudalis.

Flexor caudae inferior. Bojanus. Nr. 49. — Owen.
3 a. Meckel, pag. 113.
M. sacro-coccygeus. Hoffmann, pag. 111, Nr. 79.

Bei Emys nach Bojanus mit zahlreichen Bündeln entspringend von der Unterfläche der Sacral- und ersten Schwanzwirbel, inserirend an den Quer- und unteren Dornfortsätzen der nächstfolgenden Schwanz-

---

[1] Über den Ursprung dieses Muskels vom Rückenschilde sagt Rathke op. cit. pag. 166: »Die Strecker und einige Seitwärtszieher des Schwanzes sind bei sehr jungen Schildkröten hauptsächlich hinter den Rippen an das Unterhautbindegewebe des Rückens, manche Fasern der ersteren aber an den hinteren Rand des hintersten langen Rippenpaares angeheftet. Bilden sich dann später hinter den Rippen Ergänzungsplatten des Rückenschildes, wie dies bei fast allen Schildkröten geschieht, so kommen die angegebenen Muskeln hauptsächlich mit diesen in Verbindung, auch werden sie von dem hintersten längeren Rippenpaare, während dasselbe an Breite zunimmt, und über die Rumpfhöhle hinauswächst, etwas, doch im Ganzen nur sehr wenig überwölbt.«

wirbel. Theilweise mit dem vorigen Muskel verwachsen. Beugt den Schwanz abwärts.

4) Ischio-caudalis.

Flexor caudae ischiadicus. Bojanus Nr. 52.
Ischio-coccygeus. Stannius.
3 e. Meckel pag. 123.
M. ischio-coccygeus. Hoffmann, pag. 112, Nr. 82.

Bei Testudo graeca erscheint dieser Muskel nach Abnahme der Haut und bildet zwischen Ischium und den ersten zwei Dritteln des Schwanzes die seitliche Muskulatur desselben. Der Muskel ist allgemein äußerst grobfaserig und wird theilweise vom M. flexor tibialis externus bedeckt.

Er entspringt bei Testudo graeca von den Ventralflächen der Körper der ersten 15 Schwanzwirbel und inserirt als gleichmäßig breite Muskelplatte mit querem Faserverlaufe fleischig-sehnig am ganzen dorsalen Rande der Symphysis ossium ischii, mehr dickfleischig ferner am hinteren Iliumknorren. Von dem Hinterende der Symphyse an erstreckt sich der Muskel dann, mit dem der anderen Seite innig verwachsen, bis an den After, überwölbt mithin die Kloake und wirkt jedenfalls außer dem Seitwärtslegen des Schwanzes als austreibender Muskel auf die Faeces. Innervirt durch die ventralen Äste der Spinalnerven und zwar bei Testudo tab. von Spinalnerv Nr. XXIV, bei Emys von XXIII an abwärts.

Bei Testudo microphyes von fast allen Schwanzwirbeln entspringend, an der Symphysis ossium ischii inserirend und undeutlich in einen ventralen und einen mehr lateralen, dem Ileum näheren Theil zerfallend. Außerdem ist der Theil, der bei Testudo sp. als am hintern Iliumknorren inserirend, bei Testudo microphyes ganz selbständig geworden. Nach Abtragung des am Ischium inserirenden Haupttheiles fand ich nämlich einen langen, breiten Muskel, der breit sehnig von allen Schwanzwirbeln entspringt und mit einem distinkten Kopfe am dorsalen Ende (Vorder-Innenfläche) des Ilium inserirt.

Bei Emys zerfällt diese Muskelmasse ebenfalls in mehrere deutlich getrennte Muskeln. 1) In einen von den ersten 10 Schwanzwirbeln zum Hinterrande der Ischiumsymphyse sich erstreckenden Muskel. — 2) Ein Sphincter cloacae (bei Testudo ganz unausgebildet), der von den Sacral- und den ersten 5 Schwanzwirbeln, außerdem

mit einem vom M. sacro-caudalis kommenden Bündel entspringt und unter Bildung einer Aponeurose in der Medio-ventral-Linie von der Ischiumsymphyse an bis zum After die Kloake mit querlaufenden Fasern bedeckend, mit dem entsprechenden Muskel der anderen Seite verwächst. — 3) Ein Dilatator cloacae vom Hinterrande des Ischium zum After, äußerlich ventral dem Sphincter aufliegend.

5) M. pubi-caudalis.

Flexor caudae obturatorius. BOJANUS, No. 51.
Pubo-coccygeus. STANNIUS.
3 d. MECKEL, pag. 123.
Pubo-coccygeus. HOFFMANN, pag. 112, Nr. 81.

Sehr schmaler, langer, bandförmiger Muskel, der mit geringer Ausdehnung lateral von der Symphysis ossium pubis neben dem Foramen obturatum am hinteren dorsalen Rande des Os pubis befestigt ist. Von dort erstreckt er sich, nachdem er eine Schlinge für den M. retractor penis gebildet, innen im Becken, also dorsal von der Ischium-Symphyse, neben dem Enddarme entlang und vom M. ischio- und M. lumbo-caudalis bedeckt, nach hinten zur Ventralfläche des 5., 6. und 7. Schwanzwirbels, woselbst er sehnig entspringt. Er beugt den Schwanz ventralwärts und zieht ihn gegen das Becken hin an.

Bei Testudo microphyes von der Ventralfläche der Proc. transv. sämmtlicher Schwanzwirbel als dünne vertikal stehende Platte neben der Kloake verlaufend, verschmälert sich dann und inserirt auf der Dorsalfläche des Os pubis neben dem Foramen obturatum.

6) Lumbo-caudalis.

Flexor caudae lumbalis. BOJANUS, Nr. 50.
3 c. MECKEL, pag. 123.
Lumbo-coccygeus. HOFFMANN, pag. 111, Nr. 80.

Dieser sehr lange und breite, aber platte Muskel entspringt bei Testudo tab. von den Seiten und den Proc. costo-transversarii des 14.—25. Wirbels und inserirt, eine auf dem Rückgrat senkrecht stehende Wand bildend, mit longitudinal verlaufenden Fasern am Körper und den Proc. transv. des 26. bis circa 33. Wirbels. Er erscheint in seinem Enddrittel nach Fortnahme des M. ischio-

caudalis, während der größere vordere Theil im Innern des Beckens liegt. Er zieht den Schwanz nach vorn und beugt ihn.

Innervation vom Nerv XXIII an abwärts durch die metameren Nerven. Da der Muskel aber schon am 14. Wirbel, also 10 Wirbel weiter nach vorn entspringt, so läuft der aus dem Stamm XXIII kommende Nerv γ, sobald er in den Muskel eingetreten, direkt kopfwärts in demselben lang bis an dessen vorderstes Ende. Jedenfalls deutet dieses Verhalten des Nerven γ darauf hin, dass dieser Muskel ursprünglich nicht vor dem 23. Wirbel entsprang, sondern erst später, um besser auf den Schwanz wirken zu können, seinen Ursprung so weit nach vorwärts erstreckte. Ein seltenes Beispiel dafür, dass Muskeln des Stammes auch kopfwärts wandern können.

Von diesem Muskel herzuleiten ist wahrscheinlich der M. retractor penis, der mit dem M. lumbo-caudalis verwachsen, bei Testudo tabulata vom 14. Wirbel entspringt, dem ventralen Rande jenes Muskels anliegt und was das Wichtigste, zugleich mit jenem innervirt wird. — Bei T. microphyes entspringt dieser Muskel jederseits etwas kopfwärts und median neben dem vordersten Ende des Ursprunges des M. lumbo-caudalis: er schlingt sich dann lateral um das Insertionsende des M. pubi-caudalis und des M. ischio-caudalis herum, geht wieder auf die Medioventrallinie und inserirt als ein breites Muskelband am mittleren Drittel der dorsalen Mittellinie des Penis; daselbst mit dem der anderen Seite zusammenstoßend.

B. Vergleichung.

Eine Vergleichung der bei den Krokodilen, Eidechsen, Schildkröten und Vögeln vorhandenen Muskeln des Schwanzes ergiebt nun folgende Entwicklungsreihe (mit Ausschluss der tiefsten Schicht, von welcher der M. caudi-femoralis und der M. flexor tibialis abzuleiten sind; siehe darüber weiter unten).

A. Dorsale Muskeln. Die dorsale Muskulatur erhält sich bei den Schildkröten nur als M. levator caudae, während kopfwärts von den Sacralwirbeln die den M. longissimus dorsi und M. intercostalis entsprechenden Muskelzüge zwar angelegt sind, aber schon in früher Jugend mit dem Wegfall einer Funktionsmöglichkeit verkümmern. Vgl. hierüber Rathke § 42, op. cit.

B. Ventrale Muskeln. I. Stufe. Die Seitenstammesmuskulatur des Schwanzes zeigt noch einen deutlichen Zerfall in metamere Septa. Undeutliche, eben beginnende Theilung am Vorderende des Schwanzes in einen M. ilio-caudalis und in einen M. ischio-caudalis, — letzterer dient zugleich als Sphincter cloacae: eigentliche Aftermuskeln fehlen: Krokodile.

II. Stufe. Metamere Septa auf die Pars ilio-coccygea und die oberflächliche Schicht der P. ischio-caudalis beschränkt. Abtrennung eines tieferen Theiles der P. ischio-caudalis zu einem mehr oder weniger selbständigen M. ischio-caudalis, und Bildung von 2—4 Rückwärts- und Vorwärtsziehern des Afters und der Geschlechtsorgane, ein Sphincter cloacae und vielleicht der M. perinei[1]: Eidechsen.

III. Stufe. Metamere Septa verschwunden. Differenzirung der ganzen Seitenmuskelmasse in folgende selbständige Muskelpaare: 1) M. ilio-caudalis, als Seitwärtszieher des Schwanzes. 2) M. ischio-caudalis. 3) M. pubi-caudalis. 4) M. lumbo-caudalis, sämmtlich als Beuger und Vorwärtszieher. 5) Ein sehr ausgebildeter M. retractor penis vel clitoridis, Sphincter unselbständig: Schildkröten.

IV. Stufe. Metamere Septa verschwunden. Bildung eines nicht mehr von den Schwanzwirbeln entspringenden sondern ganz selbständig gewordenen Sphincter cloacae. Durch die fehlende Vereinigung der Ossa ischii in der Mittellinie und durch das weit caudalwärts auch über die Ossa ischii hinaus nach hinten sich erstreckende Wachsthum der Ossa pubis gehen die Insertionen der Muskeln immer mehr auf die Enden der Schambeinäste über, und wird das dem Ilium genäherte Os ischii wie jenes mehr als Ursprung für die Schwanzmuskeln benutzt. Durch Reduktion und Verschmelzung mit einander bleiben dann bei den Ratiten gemäß dem rudimentären Zustande ihres Schwanzes da mit dem Wegfall der Steuerfedern auch die Hauptfunktion des Vogelschwanzes wegfällt) nur die beiden von mir als M. pubi-coccygeus internus und externus beschriebenen Seitwärtsbeuger und Niederdrücker übrig: Vögel.

[1] Der Sphincter cloacae ist vielleicht näher vom M. perinei abzuleiten, dieser wiederum von dem M. caudae lateralis; da der M. perinei auch den Übergang zu einigen der Becken-Unterschenkelmuskeln bildet, so ist er für das Verständnis der Ableitung der Gliedmaßenmuskulatur von der des Stammes von großer Wichtigkeit.

Schwanzmuskeln.

	Urodela.	Crocodilini.	Saurii.	Chelonii.	Aves.
Dorsale Muskeln	M. caudae dorsalis (Fortsetzung des M. longissimus dorsi, der Mm. interspinales u. A.)			M. levator caudae (testo-coccygeus)	(Levator coccygis).
Ventrale Muskeln.	Pars iliaca.		M. ilio-caudalis.	M. ilio-sacro-caudalis.	Verstärkungsbündel des Levator coccygis.
				Sacro-caudalis.	Depressor coccygis.
	Pars ischiadica. Oberflächlichste Schicht.		Sphincter cloacae.		
	Mittlere Schicht.		Constrictor cloacae / Retractor cloacae		
	Tiefere Schicht.		M. ischio-caudalis. + Dilatator cloacae. + Mm. genitalium.	M. ischio-caudalis. / M. pubi-caudalis. / M. lumbo-caudalis. + Retractor penis v. clitoridis.	M. pubi-coccygeus externus. M. pubi-coccygeus internus. + Mm. genitalium.
	Tiefste Schicht.		M. caudi-femoralis.	?	M. caudi-femoralis.

Obige Tabelle zeigt die Veränderungen und Umwandlungen, welche die gesammte Muskulatur des Schwanzes bei den einzelnen Ordnungen der Sauropsiden unterliegt. Die Amphibia caudata sind ebenfalls mit in den Vergleich gezogen.

Bei den Urodelen und Krokodilen bildet die äußere Kloakenöffnung einen Längsspalt und ist kein besonderer Sphincter vorhanden. Bei den Eidechsen liegt die Öffnung durchaus quer und ist ein wohlausgebildeter Sphincter damit verbunden, der, wie oben beschrieben, von den Querfortsätzen einiger der ersten Schwanzwirbel entspringt. Die Vögel haben einen selbständigen Sphincter und einen runden After. Die Schildkröten endlich nehmen eine Mittelstufe

zwischen beiden Klassen ein, da ihr Afterspalt weder eigentlich quer noch längsgerichtet und der Sphincter nur unvollständig entwickelt ist. — Mit Hilfe dieser Vergleichung scheint mir der Schluss erlaubt, dass die als wichtiges taxonomisches Merkmal betrachtete Richtung des Afterspaltes von der Ausbildung jenes Schließmuskels abhängt.

§ 2.

Die Muskeln der hinteren Extremität.

1) M. ambiens.

I. M. ambiens der **Saurii** und **Chelonii,** oder Theil I der **Crocodilini.**

Rectus femoris und Sartorius, partim. Cuvier, *C.* 525.
Rectus femoris. Mivart, *S.* — Sanders, *S.* — Haughton, *S.*
Sartorius. Bojanus, *Ch.* Nr. 106. — Owen.
Vastus internus. Buttmann, *C.* 29.
Innerer gerader oder schlanker Schenkelmuskel. Meckel, *Ch.* 2. 259.
Ohne Namen. Meckel, *C.* 8. 266. — Gorski 12.
Innere Streckmuskelmasse. Stannius, 10. 138.
Ileopectineo-tibialis s. rectus femoris internus. Fürbringer.
Second and slender head of the Extensor cruris. Guenther, *H.*
M. pubo-tibialis. Hoffmann, *Ch.* Nr. 87.

II. Theil II der **Crocodilinen.**

Einer der oberflächlichen Strecker. Meckel, *S.* 9. 267.
Gracilis. Buttmann, *C.* 29.
Rectus femoris. Gorski, *C.* 12. — *S.* 19.
Sartorius. Haughton, *C.* — Hair. *C.*

Crocodilini (Fig. 32, 34, 37, 38, 41). Mit kurzer, starker Sehne von der Spina anterior ossis ilei, nahe der Verbindung mit dem Os pubis; der Muskel schwillt schnell zu einem dicken Bauche an, der subcutan auf der Innen-Vorderfläche des Oberschenkels liegend, sich wieder zu einer schmalen, platten Sehne verjüngt, die schräg auf der Vorder-Innenfläche über das Kniegelenk nach dessen Außenseite läuft und den Komplex der Sehnen des M. femoro-tibialis durchbohrend, unterhalb desselben in die Ursprungssehne des M. peroneus posterior übergeht.

Theil II. Zu diesem Muskel ist wohl noch folgendes sonderbare Bündel zu rechnen: Es entspringt mit geringer Ausdehnung von der Innenfläche des Os pubis nahe dem Acetabulum, also zwischen dem M. pubi-ischio-femoralis internus Theil 1 und dem M. pubi-

ischio-femoralis internus Theil 3, geht dann nach vorn um das Schambein herum, zwischen dem Quadratus lumborum und dem M. obliquus (mit dessen Insertionssehne er verwächst) durchtretend nach außen und läuft in eine lange dünne Sehne aus, die sich zwischen dem M. femoro-tibialis und dem Haupttheile des M. ambiens durchschiebend, auf der dem M. femoro-tibialis zugekehrten Fläche mit der Insertionssehne des subcutan liegenden M. extensor ilio-tibialis vereinigt. Nach Gorski geht die Sehne in den M. femoro-tibialis über.

Hatteria (Fig. 39, 40). Mit starker langer Sehne zusammen mit dem M. pubi-tibialis von der lateralen Ecke des Proc. lat. pubis. Der Muskel verbreitert sich allmählich, wird in seinem distalen Drittel plattsehnig und verwächst theilweise mit dem medialen Rande des M. extensor ilio-tibialis, über welchen er sich hinschiebt: zum größten Theile aber inserirt er mit Hilfe der Sehne des M. femoro-tibialis an der Vorderfläche des Caput tibiae.

Saurii (Fig. 35, 36). Bei den Monitoren praeacetabular von der Innen- und Ventralfläche des Ilium, unmittelbar neben der Acetabularkapsel, auf welche die Ursprungsfasern sogar übergreifen können. Der doppeltspindelförmige, in der Mitte sehr dicke Muskel tritt zwischen den Insertionssehnen des M. pubi-ischio-femoralis internus aus; seine Endsehne begiebt sich, mit der des M. femoro-tibialis verbunden, dem Sulcus intercondyloideus fem. anterior eingelagert, zum oberen Vorderrande des Tibiakopfes.

Eben so bei Lacerta, Cnemidophorus und Cyclodus, nur ist der sonst ganz selbständig freie Muskel bei ersterer mit dem Caput internum m. femoro-tibialis verwachsen; bei Cnemidophorus aber erhält er einige Muskelfasern auf der Mitte des Oberschenkels vom M. femoro-tibialis.

Bei Iguana, Ophryoessa, Phrynosoma, Ptyodactylus und Chamaeleon ist der Ursprung auf das Os pubis, nahe dem Acetabulum herabgerückt, tritt aber ebenfalls zwischen den beiden Insertionsköpfen des M. pubi-ischio-fem. int. hervor. Das distale Ende ist bei Iguana mit dem Cap. int. m. femoro-tibialis verwachsen; bei Ophryoessa und Chamaeleon verbindet der Muskel sich schon am Beginn des distalen Femurdrittels mit der platten Sehne des M. femoro-tibialis, und inserirt hauptsächlich am Caput fibulae.

Chelonii (Fig. 31). Bei Testudo tabulata und T. microphyes echt spindelförmig und ganz frei liegend mit starker rundlicher Sehne

vom Seitenrande des Proc. lat. pub., nicht vom Ligamentum pubi-ischiadicum, während er bei Chelone[1] nur von letzterem, bei Emys von beiden entspringt. Seine breite distinkte Sehne verbindet sich dicht oberhalb des Kniegelenkes mit der tiefer liegenden Insertionssehne des M. femoro-tibialis.

Innervation. Bei Alligator aus dem Hauptstamm des Plexus cruralis: ein sehr starker Nerv tritt zwischen dem Haupt- und Nebenkopfe des Muskels hindurch, nach außen von Theil 3 des M. pub.-isch.-fem. int. Der Nebenkopf erhält außerdem schon vorher einen Ast aus der Verbindung $b + c$.

Saurii und Chelonii, ebenfalls durch Äste aus dem Plexus cruralis ($b + c$), hauptsächlich wie bei Hydrosaurus aus c.

Der Muskel gehört demnach unbedingt dem eigentlichen Crural-gebiete an.

Funktion. Außer bei den Krokodilen, bei denen der Muskel, indem er in den M. peroneus posterior übergeht, auf die Zehen wirkt, fungirt er allgemein in Verbindung mit dem M. femoro-tibialis als Strecker des Unterschenkels, zieht aber zugleich das ganze Bein etwas nach Innen und hebt es dabei.

Weder aus der Funktion, noch aus dem so überaus variirenden Ursprung und der Insertion dieses Muskels lässt sich ein passender Name ableiten. Bei den Urodelen ist er nicht entwickelt; er entspricht aber vollständig, selbst mit Einschluss der verschiedenen Insertion, dem M. ambiens der Ratiten. Ich benutze daher diesen schon früher von Sundevall und Garrod gebrauchten Namen.

Deutung des M. ambiens. Dieser Muskel ist, wie wir eben ersehen haben, bei den Reptilien den größten Verschiedenheiten unterworfen. Dasselbe finden wir bei den Vögeln. Die Ratiten allein genügen, um zu zeigen, dass der sogenannte M. ambiens nichts weiter ist, als ein zweiter M. rectus internus femoris (cf. Casuarius). Er ist eine oberflächliche Portion des Quadriceps femoris, die in so fern, als sie noch von den Beckenknochen selbst entspringt, ihr ursprüngliches Verhalten bewahrt hat, während die Hauptmasse des Quadriceps (vastus + cruralis) das Becken selbst ganz verlassen und ihren Ursprung distalwärts, d. h. auf das Femur verlegt hat.

[1] Bei Chelone nach Meckel nicht vom Rande des Schambeines, sondern »von der oberen Fläche der Schambeinfuge« entspringend, »so dass er sich von dem äußeren Rande des Schambeins wie um einen Kloben herumbegiebt, wodurch natürlich seine Wirkung bedeutend verstärkt wird«.

Wir haben die Mm. femoro-tibialis, rectus femoris internus und ambiens als eine eng zusammengehörige Gruppe aufzufassen, die ihre höchste Entfaltung, d. h. Ausbildung mehrerer selbständig erscheinender Muskeln bei den Vögeln erreicht; so hat sich bei den Ratiten außer dem M. ambiens eine zweite Portion selbständig gemacht, die von mir früher als M. rectus femoris internus beschrieben wurde (Ratiten, Nr. 16), besser jedoch M. femoro-tibialis internus genannt werden sollte. — Eine ähnliche Ausbildung zeigt die tiefere Masse der ganzen Gruppe, indem bei Casuarius z. B. der M. femoro-tibialis selbst wieder in mehrere Muskeln zerfallen ist.

Gebilde, die einem typischen M. ambiens (d. h. über das Knie zu Unterschenkelmuskeln tretend) analog wären, fehlen beim Menschen und bei den Urodelen.

2) M. extensor ilio-tibialis.

Couturier + droit antérieur, partim. Cuvier, *S.* 525.
Schneidermuskel (Sartorius). Wiedemann, *Ch.* — Nr. 54. — Gorski 13.
Rectus femoris. Bojanus, *Ch.* Nr. 99. — Buttmann, 28.
Oberflächlicher Strecker. Meckel, *Ch.* 7, 261.
Ohne Namen. Meckel, *C* + *S.* 10. 267. — 12. 268.
Vastus externus. Owen.
Adductor flexor. Stannius, *S.* 17, 134. (?) — *Ch.* 10, 138.
Glutaeus maximus. Haughton, *C.* — Hair, *C.* — Mivart, *S.*
Ileo-tibialis. Fürbringer.
Glutaeus maximus + tensor vaginae femoris. Humphry.
Glutaeus maximus + rectus femoris partim. Sanders. *S.*
Rectus portion of the Extensor cruris. Guenther.
M. ilio-femoralis. Hoffmann. *Ch.* Nr. 92.
Grand fessier + tensor du fascia lata. Sabatier.

Theil II der Crocodilini. M. du fascia lata. Cuvier, *C.* 525.

Vastus externus. Buttmann, *C.* 29.
Tensor fasciae latae. Gorski, *C.* 13. — *S.* 19.
Tensor femoris vaginae. Haughton. (Bei Alligator.)
Glutaeus minimus. Haughton. (Bei Crocodilus.)
Tensor fasciae femoris. Hair.

Subcutan auf der Außenfläche des Oberschenkels vom dorsalen Iliumkamme bis zum Knie reichend: am selbständigsten bei den Krokodilen, am stärksten und breitesten bei den Sauriern, am schwächsten bei den Cheloniern entwickelt.

Crocodilini (Fig. 34). Aus zwei Theilen bestehend. I. Der Haupttheil ist groß und breit und entspringt sehnig kantig von mehr als der vorderen Hälfte des seitlichen Randes des dorsalen Iliumkammes und bedeckt den Ursprung des M. ilio-fibularis. Insertion mit platter, breiter Sehne, der Masse des M. femoro-tibialis aufliegend, und sich schießlich mit dessen Sehne verbindend, an der Vorderfläche des Caput tibiae.

II. Der zweite, bedeutend kleinere und schmalere Theil kommt nach außen vom Quadratus lumborum kurzsehnig vom vordersten dorsalen Ende des Os ilei, geht medial neben dem Nebenkopfe des M. ambiens lang und dann auf der Vorder-Innenseite des Oberschenkels platt-fleischig unter geringer Sehnenentwicklung in den tieferliegenden M. femoro-tibialis über.

Hatteria (Fig. 39). Ein Muskel mit äußerst breit ausgedehntem sehnigen Ursprunge. Seine Ursprungssehne bildet nämlich in ihrer vorderen Hälfte die direkte Fortsetzung des dorso-lateralen Theiles des M. obliquus externus, ihre hintere Hälfte entspringt von der Außenfläche des Os ilei, und zwar zieht sich diese Ursprungslinie vom Vorderrande der Mitte des Os ilei bis zum Hinterrande des dorsalen Endes dieses Knochens hin. (Man achte dabei auf die eigenthümliche Form und Stellung des Os ilei bei Hatteria.) — Der breite Muskel vereinigt seine kurze breite Sehne im distalen Viertel des Oberschenkels mit dem tiefer liegenden M. femoro-tibialis: schwache Verbindung mit der Sehne des M. ambiens.

Saurii (Fig. 35). Bei Monitor und Cyclodus sehnig und fleischig von der Seitenfläche des vorderen Drittels des Ilium, und mit zwei in einem rechten Winkel zusammentretenden oberflächlich liegenden Sehnen, deren vordere vom vordersten Ende des dorsalen Iliumkammes kommt, während die hintere von dessen Mitteltheile entspringt. Der Muskel zerfällt deutlich in einen vorderen und einen hinteren Kopf, die aber beide, unabhängig von den Sehnen, vom vorderen Iliumdrittel entspringen und mit dem M. femoro-tibialis innig verwachsen sind. — Bei Hydrosaurus ist die Trennung noch deutlicher. Der vordere Kopf liegt dem M. ambiens lateral an und kommt vom Vorderende des Iliumkammes; der zweite Kopf ist wiederum zweiköpfig, da er mit zwei sich in stumpfem Winkel vereinigenden Sehnen erstens vom Vorderende und zweitens vom hintersten Ende des Iliumkammes entspringt. Beide Muskelköpfe vereinigen sich oberhalb des Kniegelenkes mit dem M. femoro-tibialis. Ähnlich wie Monitor verhalten sich Lacerta und Cnemidophorus.

Iguana zeigt theilweise Verwachsung auf der Mitte des Oberschenkels mit dem M. ambiens. Bei Phrynosoma entspringt der Muskel mit platter starker Sehne fast vom ganzen Iliumkamme: die beiden Ursprungssehnen sind zu einer verschmolzen. Bei Ophryoessa von der ersten Hälfte des Ilium, und zwar vorn von dem Kamme, caudalwärts aber mehr auf die Seite herabgerückt: am Anfange des letzten Femurdrittels hört der muskulöse Theil des Muskels auf und statt dessen verbindet sich seine Aponeurose mit dem M. femorotibialis. — Ganz fleischig, ohne die beiden Sehnen, entspringt der Muskel von der vorderen Hälfte des Ilium bei Ptyodactylus. — Bei Chamaeleon mit zwei an einander liegenden spindelförmigen Köpfen, die beide stark sehnig von der Seitenfläche der Mitte des Ilium entspringen, beide durch den Ursprung des M. ilio-femoralis getrennt; Vereinigung beider Köpfe mit dem M. ambiens auf der Mitte des Oberschenkels, weiter distalwärts auch mit dem M. femorotibialis.

Chelonii (Fig. 30). Bei Testudo äußerst schwach entwickelt, nur einen dünnen spindelförmigen Muskel darstellend, der mit rundlicher Sehne vom hinteren Knorren des dorsalen Iliumendes, nahe der Ilio-sacral-Verbindung, entspringt und mit langer, schmaler Sehne auf dem Knie zusammen mit der Endsehne des M. femorotibialis am Caput tibiae inserirt.

Innervation. Bei Alligator wird der kleinere Muskel vom Pl. cruralis aus versorgt, zusammen mit dem M. ambiens; die Fortsetzung dieses Nerven versorgt dann den Haupttheil und giebt dann einen cutanen Ast für die Außenfläche des Oberschenkels ab. Außerdem erhält der Haupttheil noch einen zugleich den M. iliofibularis innervirenden Ast aus dem N. ischiadicus. Mithin an der Innervation betheiligt die Stämme $b + a$.

Saurii. Auch bei den Monitoren wird der Muskel hauptsächlich vom Cruralplexus aus innervirt (*b* in Fig. 16), während die hintere Partie einen aus dem N. ischiadicus austretenden Ast erhält (*a*). Bei den übrigen Sauriern wurde der Muskel von den Hauptästen des Pl. cruralis innervirt, in engem Zusammenhang mit dem M. femoro-tibialis und M. ambiens. Eine Innervation aus dem N. ischiadicus her konnte ich nicht nachweisen.

Hatteria. Vorderer Theil vom Pl. crur., hinterer vom N. ischiadicus aus, mithin zusammen von $a + b$, Fig. 19.

Chelonii. Aus dem Pl. ischiadicus.

Funktion. Streckung des Unterschenkels, wobei zugleich das ganze Bein etwas gehoben und abducirt wird.

Deutung. Der M. extensor ilio-tibialis und der M. pubi-tibialis gehören zusammen, und zwar bildet nun der letztere die mediane, der M. ilio-tibialis (Pars cruralis d. h. so weit er vom Cruralplexus aus innervirt wird) die vordere und äußere Masse.

Ursprung, Insertion und Innervation des M. ext. il.-tibialis lassen in ihm sofort den M. ilio-tibialis[1] der Vögel wiedererkennen und sein Verhalten bei Rhea und Casuarius zeigt den Übergang in einen Tensor vaginae femoris.

Bei den Amphibien entspricht er dem von DE MAN op. cit. pag. 14 und 24 ilio-tibialis bei den Urodelen, und ilio-tibialis anterior bei den Anuren genannten Muskel.

Der caudale, d. h. zum Gebiete des Plexus ischiadicus gehörige Theil des M. ext. ilio-tibialis der Reptilien entspricht bei den Anuren dem M. ilio-tibialis posterior (DE MAN pag. 24). Bei den Vögeln wird er durch den mächtig entwickelten M. glutaeus posterior[1] repräsentirt, wie DE MAN zuerst nachgewiesen hat.

Beim Menschen mag diese Portio ischiadica einem Theile des M. glutaeus maximus entsprechen.

---

[1] Das Verhalten dieser Muskeln bei den Ratiten zeigt, dass zwei ganz verschiedenen Systemen angehörige Muskeln sich später zu einem verbinden können, und zwar ist bei Casuarius der Tensor fasciae Cruralgebiet, mit dem M. glutaeus posterior (Ischiadicusgebiet) Nerv 22, auf Taf. III op. cit. fälschlich mit N. 14 bezeichnet) innig verwachsen.

Die, wie die Innervation zeigt, ursprünglich zusammengehörigen Mm. ilio-tibialis externus und tensor fasciae latae, haben sich daher getrennt und ist die richtige Erkennung der Muskelhomologien durchaus nur mit Hilfe der Nerven möglich. Die crurale Masse trennte sich in zwei Muskeln, nämlich den M. ilio-tibialis externus und den M. tensor fasciae; ersterer wurde und blieb dann selbständig, außer dass seine Insertion sich verflachte und proximalwärts rückte, so dass er nur mit Hilfe des unter ihm liegenden M. femoro-tibialis die Tibia erreicht. Der zweite Theil, der M. tensor fasciae dagegen verband sich mit dem ihm ursprünglich ganz fremden M. glutaeus posterior der Ratiten.

3) M. femoro-tibialis.

M. Crural et vaste, s. triceps femoral. Cuvier, *S.* 525.
Cruraeus + vastus internus et externus. Wiedemann, *Ch.* Nr. 64 + 63 + 62. — Bojanus, Nr. 102, 100, 101.
Cruraeus et vasti. Stannius, *C.* 9, 136. — *S.* 17, 134. — *Ch.* 10, 138. — Haughton, *C.* — Hair, *C.* — Mivart, *S.*
Vastus et cruraeus. Sanders, *S.*
Äußerer und innerer tiefer Strecker. Meckel, *Ch.* 8, 9, 261.
Ohne Namen. Meckel, *C.* 11, 268. — *S.* 17, 135.
Cruralis. Buttmann, *C.*
Cruralis et vasti. Gorski, *S.* 20.
Femoro-tibialis externus + internus. Fürbringer, *S.*
Extensor cruris triceps. Hoffmann, *Ch.* Nr. 91.

Dieser Muskel bildet die tiefen dicken Strecker des Unterschenkels, wird äußerlich von den Mm. ilio-tibialis und ambiens bedeckt, und entspringt breit-fleischig von der Außen-, Vorder- und Innenfläche des Femur, so weit selbiges von den Insertionen der Mm. pubi-ischio-femorales, und besonders dem M. ischio-femoralis, M. ilio-femoralis und M. caudi-ilio-femoralis frei gelassen wird.

Crocodilini (Fig. 32, 33, 37, 38). Mit einem vorderen, inneren, und einem hinteren, äußeren Kopfe; beide vereinigen sich mit einander und mit den Mm. extensor ilio-tibialis und ambiens zu einer starken Sehne, die, über das Knie laufend, am Vorderrande des Tibiakopfes inserirt; sie umschließt dabei die Endsehne des M. ambiens scheidenförmig.

Hatteria und *Saurii* (Fig. 35, 36, 39, 40). Fast von der ganzen Vorderfläche des Femur und im mittleren Drittel weit auf die Außen-Hinterfläche übergreifend. Der an der Innenseite liegende Kopf ist bei den meisten Sauriern fast ganz selbständig geworden und entspringt hauptsächlich von der distalen Hälfte des Hinter-Innenrandes des Femur. Häufig jedoch, wie bei Cnemidophorus, Cyclodus und Chamaeleon erstreckt der Ursprung sich bis nahe an den Trochanter; die Endsehne ist vom Hauptkomplexe getrennt und läuft seitlich über den Condylus int. fem. zum Tibiakopfe.

Chelonii (Fig. 30, 31). Mit drei dickfleischigen Köpfen. Der äußere vom mittleren Drittel der Außenfläche des Femur, der vorderste oder mittlere ist stärker und kommt von der Vorderfläche der ersten zwei Drittel, der innere ist der schwächste und entspringt vom distalen Drittel. Der ganze Komplex wird in diese Köpfe durch die dazwischen tretenden Insertionen der vom Becken zum Femur gehenden Muskeln gespalten.

Innervation. Bei sämmtlichen untersuchten Reptilien durch die Hauptäste des Plexus cruralis, und zwar treten die Nerven von der Vorder- und Innenseite des Schenkels her in die Muskelköpfe ein.

Funktion. Streckung des Unterschenkels.

Deutung. Die bei den Reptilien als M. femoro-tibialis bezeichnete Muskelmasse entspricht genau dem M. femoro-tibialis + rectus femoris internus der Ratiten: beim Menschen einem Theile des Quadriceps femoris, speciell dem M. vastus internus und dem M. cruraeus. — Bei den Amphibien ist ein solcher Muskel noch nicht entwickelt.

Im Übrigen vergleiche man das beim M. ambiens auf pag. 377 Gesagte.

4) M. ilio-fibularis.

M. ileo-fibularis (Darmbein-Wadenmuskel). Wiedemann, *Ch.* Nr. 55.
Biceps cruris. Bojanus, *Ch.* Nr. 103. — Haughton, *C.*
Ohne Namen. Meckel, C. 1, 263. — *S.* 1, 263. — *Ch.* 1, 258.
Semitendinosus + semimembranosus (?). Buttmann, *C.* 29, 30.
Glutaeus maximus. Gorsky, *C.* 14. — *S.* 20.
Abductor fibularis s. flexor abductor cruris, s. biceps. Stannius, *C.* 3, 136. — *S.* 2, 133. — *Ch.* 3, 137.
Ilio-peroneal. Mivart, *S.*
Biceps femoris. Sanders, *S.*
Ileo-fibularis. Hoffmann, Nr. 97.
Ileo-fibularis s. Glutaeus maximus. Fürbringer, *S.*

Oberflächlich gelagerter Muskel auf der Außenseite des Schenkels; zwischen dem hinteren Ende des Ilium und dem oberen Theile der Fibula sich ausdehnend; bedeckt lateral den N. ischiadicus in dessen ganzem Verlaufe.

Crocodilini (Fig. 34, 38). Aus zwei ganz getrennten schmalen bandförmigen Muskeln bestehend. Der erste entspringt mit kurzer Sehne von der Seitenfläche des mittleren Os ilei, dicht neben dem Ursprunge der Mm. caud.-il.-fem. und ext. ilio-tibialis. Der Haupttheil der Endsehne inserirt am Ende des ersten Sechstels der Fibula, an deren Außen-Vorderkante neben dem Ursprunge des M. peroneus anterior, ein kürzerer Sehnenarm geht zur Ursprungssehne des M. peroneus posterior und ein dritter, noch schwächerer zum Cap. femorale m. gastrocnemii, wodurch er zur Bildung des lateralen Theiles des Tendo communis externus beiträgt. — Der zweite Theil entspringt dicht neben dem vorigen mit ebenfalls kurzer Sehne — vom

hinteren Ende des dorsalen Iliumkammes und geht schräg über den vorigen fort zum Knie, wo seine Sehne sich mit der des M. extensor ilio-tibialis verbindet.

Hatteria (Fig. 39). Vom Hinterrande des dorsalen Endes des Ilium, als ein allmählich etwas breiter werdender Muskel zur Außenkante des zweiten Viertels der Fibula: dort ziemlich bedeutend mit dem Ursprunge des M. peroneus anterior verwachsen.

Saurii (Fig. 35). Mehr walzig, weniger bandförmig. Bei Monitor und Hydrosaurus dickfleischig von der Außen- oder Seitenfläche des mittleren Os ilei, mit seinem Ursprunge sich weiter in die Tiefe erstreckend von der hinteren Ursprungssehne des M. ext. ilio-tibialis bedeckt. Insertion mit platter, circa 1,5 cm breiter Sehne, zwischen dem M. peroneus posterior und dem Caput ext. m. gastrocnemii durchtretend an der Außenfläche des Collum fibulae, daselbst vom Ursprunge des M. peroneus posterior bedeckt, an welchen übrigens häufig ein oberflächliches Sehnenband abgegeben wird. — Bei Hydros. giganteus von der Spina dorsalis ilei posterior, nicht vom Mitteltheile entspringend.

Bei den anderen Sauriern nimmt der Ursprung des Muskels das mittlere Drittel des Os ilei ein und ist selten, wie bei Ophryoessa, vom Kamme ventralwärts herabgerückt. Insertion wie bei den vorigen. — Ptyodactylus zeigte starke Verwachsung mit dem M. caud. ilio-fem. und eine sehr breite, das ganze zweite Viertel der Fibula-Außenfläche einnehmende Insertion: einige Sehnenfasern stiegen aufwärts zum Caput fibulae, ein großer Theil des Muskels schickte von seinem Hinterrande eine starke, lange Sehne ab, die zwischen den Unterschenkel-Fußmuskeln, Caput fem. m. gastrocnemii und dem M. flexor longus digitorum herabsteigend, sich allmählich in der Tiefe mit dem Cap. fem. m. gastrocnemii verband.

Chelonii (Fig. 30). Gleichmäßig schmal und bandförmig. Fleischig von der Außen- oder Seitenfläche des dorsalen Iliumknorrens in gerader Richtung zur Hinter-Außenfläche der Fibula, daselbst an deren oberem Drittel inserirend.

Innervation. Bei Alligator aus dem N. ischiadicus: der betreffende Ast theilt sich nach seinem Austritte aus dem Becken in einen Zweig, der den ersten Theil des Muskels innervirt und in einen längeren, der zum zweiten Theile und zum äußeren Rande des M. extensor ilio-tibialis tritt. — Bei den Sauriern gehört der Nerv zwar auch dem Plexus ischiadicus an, aber nicht dem Nervus ischiadicus (cf. Fig. 16). Bei Monitor kommt der Nerv aus dem

N. ischiadicus selbst. ein zweiter wie gewöhnlich bei den Sauriern aus der Wurzel *α*: immer jedoch ist daran der Stamm *S* der Hauptbetheiligte. Bei den Schildkröten zweigt sich der Nerv dicht hinter dem Iliumknorren vom N. ischiadicus ab. — Somit gehört der M. ilio-fibularis dem reinen Ischiadicusgebiet an.

Funktion. Beugung des Unterschenkels an den Oberschenkel und Abduktion der ganzen Gliedmaße nach außen und dorsalwärts.

Dieser Muskel findet sich mit überraschender Konstanz und äußerst geringen Veränderungen auch bei den Amphibien und Vögeln.

Deutung. Bei Urodelen und Vögeln in gleicher Weise wie bei den Reptilien vorhanden. Was den Menschen betrifft, so würden dessen M. biceps + glutaeus maximus den Mm. ilio-fibularis + partim flexor tibialis externus entsprechen. Im Einzelnen lassen sich diese Muskeln nicht vergleichen, schon aus dem Grunde nicht, als beim Menschen kein Muskel existirt, der, vom Ilium + Sacrum entspringend, an der Fibula inserirt und dem Ischiadicusgebiet angehört.

Ein dem M. ilio-fibularis der Reptilien fast völlig entsprechender Muskel findet sich jedoch bei vielen Raubthieren (Katze, Hund, Hyäne) auch beim Coati u. A.: im Atlas von Laurillard et Mercier von Cuvier M. accessoire coccygien du biceps genannt.

5) M. ilio-femoralis.

Moyen fessier. Cuvier, *Ch.* 506. — Sabatier.
Großer Gesäßmuskel. Wiedemann, *Ch.* Nr. 51.
Glutaeus. Bojanus, *Ch.* Nr. 93. — Stannius, *C.* 2, 135. — *S.* 1, 133. — *Ch.* 1, 137. — Owen.
Auswärtswender. Meckel, *S.* 1, 249.
Die Gesäßmuskel darstellend. Meckel, *Ch.* 1, 247.
Quadratus femoris (?). Buttmann, *C.* 29.
Glutaeus medius. Gorski, *S.* 19. — Haughton, *C.* — Hair, *C.* — Mivart, *S.* — Sanders, *S.*
Glutaeus medius + minimus. Humphry.
Iliacus internus (?). Guenther, *H.*
Ileo-femoralis (Glutaeus medius). Fürbringer, *S.*
Ileo-testo-femoralis. Hoffmann, Nr. 98.

Nach vorn vom M. caudi-ilio-femoralis liegend, außen von den Mm. extens. il.-tib. et ilio-fibularis bedeckt.

Crocodilini (Fig. 34). Innig verschmolzen mit dem M. caudi-ilio-femoralis, dessen vordere Masse er bildet (s. pag. 388). Man vergleiche daher Betreffs der Litteratur die des folgenden Muskels.

Hatteria (Fig. 39). Von dem größten Theile der Lateralfläche des Os ilei: die dorsale Grenze fällt mit der Ursprungslinie des hin-

teren Abschnittes des M. ext. il.-tib. zusammen. Der dreieckige, sehr dickfleischige und dreikantige Muskel spitzt sich distalwärts zu und inserirt auf der Außen- und Hinterfläche der proximalen Femurhälfte.

Saurii. Bei den meisten Sauriern von der Seitenfläche der vorderen Hälfte des Os ilei als dickfleischiger Muskel, der schmaler werdend lateral neben dem seitlichen Ursprunge des M. femorotibialis an der Hinter-Außenfläche des Femur inserirt, und zwar bei den Monitoren, Iguana, Cnemidophorus, Cyclodus und Ptyodactylus an der ersten Hälfte; bei Ophryoessa und Phrynosoma nur am ersten Viertel oder Drittel des Femur. Am längsten ist die Insertion bei Lacerta, bei der sie fast zum Condylus externus herabreicht. Bei Chamaeleon entspringt er von der Seitenfläche des Ilium zwischen den beiden Köpfen des M. ext. ilio-tibialis und inserirt, den M. femoro-tibialis zertrennend, an der Vorder-Außenfläche der proximalen Femurhälfte.

Chelonii Fig. 30). Bei Testudo breit-fleischig von der hinteren, äußeren und theilweise, unter Verwachsung mit dem M. pubi-ischio-femor. int. von der vorderen Fläche fast des ganzen Iliums. Auf der Vorderfläche reicht der Ursprung dorsalwärts bis auf den 17. und 18. Wirbel und die unmittelbar benachbarten Theile des Rückenschildes (9. und 10. Rippe). — Insertion am Trochanter externus femoris mit sehr breiter Sehne, gemeinsam mit der des M. caud.-il.-fem., mit welcher der Muskel schon früher verwachsen ist, zwischen dem äußeren und vorderen Kopfe des M. femoro-tibialis durchtretend. Die Abweichungen, die dieser Muskel bei den verschiedenen Schildkröten-Gattungen zeigt, beziehen sich hauptsächlich nach Rathke's genauen Untersuchungen, auf die sehr wechselnde Ausdehnung des vom Carapax kommenden Muskeltheiles. So entspringt der Muskel bei Terrapene nur vom Ilium, bei Pentonyx capensis bei starker Ausbildung von der 6. und 7. Rippe, bei Trionyx von den Körpern und Rippentheilen des 16. und 17. Wirbels, bei Emys punctularia und Chelonia imbricata von denen des 17. und 18. Wirbels. Bei Emys europaea endlich nicht von den Körpern selbst, sondern nur von den Ventralflächen der Rippen jener beiden Wirbel.

Innervation. Bei den Krokodilen wird der vordere Theil aus dem Plexus cruralis, der hintere aus dem Pl. ischiadicus innervirt, jedenfalls ein Hinweis darauf, dass der M. ilio-femoralis und der M. caudi-ilio-femoralis der Saurier in diesem einen Muskel der Kro-

kodile enthalten sind. Merkwürdigerweise wird aber auch bei den Cheloniern, trotzdem diese beide Muskeln enthalten, der M. ilio-femoralis erstens aus dem Pl. cruralis *a* + *b* und zweitens durch einen eben so starken Ast aus dem N. ischiadicus versorgt.

Bei den Sauriern durchaus nur von einem dem Cruralplexus angehörigen Nerven versehen Hydrosaurus *c*). Bei Monitor zusammen mit den echten Cruralmuskeln aus Stamm *b*.

Der Muskel gehört demnach bei den Krokodilen und Schildkröten der mittleren oder Sacralregion, bei den Sauriern hingegen ganz der Cruralregion an.

Funktion. Hebung oder Auswärtsziehen des Oberschenkels, verbunden mit Rollen und Vorwärtsziehen desselben, letzteres besonders bei Chamaeleon. Bei den Schildkröten wird der Muskel, wegen seiner nur auf den Trochanter beschränkten Insertion, das Femur wohl nur ein wenig rollen und heben können. — Der Muskel wirkt also wie der M. caud.-il.-fem., aber da er das Femur auch etwas vorwärts heben kann, so ist er in dieser Beziehung Antagonist des M. caud.-il.-femoralis.

Vergleichung. De Man (op. cit. pag. 13) sagt, dass der M. ilio-femoralis bei den Urodelen sowohl aus dem Pl. cruralis, als auch aus dem Pl. ischiadicus innervirt wird. Mithin zeigen die Krokodile und Schildkröten ein dem ursprünglichen näheres Verhalten, während bei den Sauriern nur der vordere, crurale Theil entwickelt, der hintere, ursprünglich dem Ischiadicusgebiet zugehörige aber entweder rückgebildet wurde, oder sich mit dem M. caud.-il.-femoralis verbunden hat.

Nun die Vergleichung mit den Vögeln, speciell mit den von mir näher untersuchten Ratiten. Ein Muskel, der dem M. ilio-femoralis entspricht, d. h. der vom dorsalen Theile des Ilium entspringt, an der Außenfläche des proximalen Femur inserirt, und sowohl dem Crural-, als auch dem Ischiadicusgebiete angehört, ist der von mir als M. iliacus externus posterior beschriebene Muskel. Doch dies ist nur ein Theil des M. ilio-femoralis der Reptilien. Bei den Vögeln ist durch großartige Verschiebung der Lagerung des Beckens (indem das präacetabulare Ilium sich mächtig ausbildete, das Acetabulum aber näher an den dorsalen Iliumrand rückte, da das Ilium sich dort verkürzte) eine Trennung in einen vorderen und einen hinteren, mehr caudalen Theil eingetreten. Aus dem ersteren entwickelten sich die drei Muskeln, die ich in der Muskulatur der Ratiten pag. 12 als M. iliacus internus, und M. iliacus exter-

nus medius et anterior bezeichnet habe: aus dem hinteren, dem Ischiadicusgebiet angehörigen Theil dagegen der M. glutaeus anterior der Ratiten. Der M. iliacus externus posterior endlich kann als Rest des ursprünglichen M. ilio-femoralis betrachtet werden.

Meine (op. cit. pag. 22) ausgesprochene Vermuthung über die Verwachsung des Glutaeus anterior mit dem M. iliac. posterior, um das Nervenverhalten letzteren Muskels zu erklären, ist demnach falsch. Dies hindert aber nicht, jene vorderen Muskeln der Vögel iliaci zu nennen und nicht glutaei, da letztere als solche (als echte glutaei) sich erst bei den Säugethieren ausgebildet haben und da dem Begriff der Mm. glutaei Muskeln entsprechen, die vom Ilium entspringen, am Trochanter major s. externus oder in dessen Nähe inseriren, und ausschließlich dem Ischiadicusgebiet angehören.

Beim Menschen die Mm. glutaei medius et minimus dem zum Pl. ischiadicus gehörigen Theile des M. ilio-femoralis der Ratiten, während die Pars cruralis bei den Säugethieren rückgebildet zu sein scheint.

6) M. caudi-ilio-femoralis.

Petit fessier. Cuvier, *Ch.* 506.
Extensor femoris (Oberschenkelstrecker). Wiedemann, *Ch.* Nr. 57.
Glutaeus alter. Bojanus, Nr. 94.
Mehreren Auswärtsrollern entsprechend. Meckel, *S.* 2, 249.
Birnmuskel. Meckel, *Ch.* 2, 247.
Zweiter Auswärtsroller. Gorski, *C.* 11.
Second glutaeus. Owen, *Ch.*
Extensor femoris caudalis accessorius. Haughton, *C.*
Glutaeus minimus. Hair, *C.*
Pyriformis. Humphry.
Quadratus femoris. Sanders, *S.*
Coccygo-femoralis brevis (Pyriformis). Fürbringer, *S.*

Der Muskel erscheint nach Abtragung des M. ilio-fibularis und des M. flexor ilio-tibialis, und zwar bei den Sauriern mit einem dem vermuthlich ursprünglichen nahekommenden Verhalten, als Fortsetzung oder Abtrennung des dem Ilium und Femur näher liegenden dorsalen Theiles des M. caudi-femoralis. Bei den Krokodilen zeigt er schon eine sehr abweichende Bildung, während er bei den Schildkröten eine Mittelstufe einnimmt.

Wir beginnen desshalb seine Beschreibung mit Hatteria.

Hatteria (Fig. 39). Entspringt nirgends vom Ilium, sondern dick von dem zweiten Sacralwirbel und den Querfortsätzen der ersten

Sacralwirbel; weiter caudalwärts geht der Muskel ohne sichtbare Grenze in den vordersten Theil des M. caudi-femoralis über. Er ist zum größten Theil von dem sich weit caudalwärts erstreckenden Ursprunge des M. flexor tibialis externus dorsal bedeckt (s. Fig. 39 *Fl.tb.*). Insertion fleischig an der Hinterfläche des Femur, unmittelbar distal vom Trochanter externus.

Saurii Fig. 35. Bei Cnemidophorus und Lacerta entspringt der Muskel nur mit wenigen Fasern vom hintersten Ende des Ilium, aber stark fleischig von den Proc. transv. der Sacral- und postsacralen Wirbel, ferner von der Sehne des M. flexor il.-tib. externus unter Verwachsung mit dem M. caudi-femoralis. Er ist überhaupt von dem auf pag. 393 beschriebenen losgetrennten vorderen dorsalen Theile letzteren Muskels kaum zu trennen. Insertion lateral von der Hauptsehne des M. caudi-femoralis und medial vom N. ischiadicus verlaufend, fleischig an der Hinterfläche des ersten Femurdrittels. — Eben so, nur mit schwächerer Ausbildung, ist das Verhalten bei Iguana.

Bei Hydrosaurus und Monitor ganz von den Ursprüngen des M. ilio-fibularis und M. flexor ilio-tibialis externus bedeckt, entspringt er fleischig von dem Ligamentum sacro-ischiadicum, woselbst er mit dem vom M. caudi-femoralis sich ablösenden Theile verwachsen ist. Insertion mit schräg vorwärts und ventral laufender Faserrichtung an der Hinter-Außenfläche des proximalen Femurdrittels, median von dem auf der Außenfläche des Muskels langlaufenden N. ischiadicus.

Ein sehr ähnliches Verhalten zeigen Ophryoessa und Phrynosoma, nur ist der Ursprung mehr vom Dorsalrande des Iliumkammes ventralwärts herabgerückt und die Lostrennung vom M. caudi-femoralis ist weniger vorgeschritten. Insertion am ersten Viertel des Femurhinterrandes.

Bei Cyclodus als starker, walzenförmiger Muskel mit starker Sehne von der Lateralfläche des hinteren Iliumviertels und von dem Ligamentum sacro-ischiadicum. Wegen des abweichenden Beckenbaues und der schwachen Ausbildung des Flexor il.-tib. ext. ist der Muskel näher an die Oberfläche gerückt und wird zum größten Theil schon nach Abtragung der Haut sichtbar. Insertion mit fleischiger, der Hauptsehne des M. caudi-femoralis anliegender Sehne an der Hinterfläche des zweiten Femurfünftels.

Sehr abweichend von den vorigen verhält sich Chamaeleon. Der Muskel entspringt nämlich nur vom Ilium und zwar nur von

der Seitenfläche und dem Ventralrande des mittleren Theiles, dicht hinter dem Ursprunge des M. ilio-fibularis. Insertion kurzfleischig am Hinterrande des Femur zwischen der Hauptinsertion des M. caudi-femoralis und dem kleinen Bündel des M. ilio-femoralis.

Crocodilini (Fig. 33, 34). Als dickbauchige Masse von der Seitenfläche des Vorder- und Mitteltheiles des Ilium fleischig entspringend, nach außen vom M. ilio-fibularis bedeckt, inserirt, sich zuspitzend und fleischig sich zwischen die beiden Köpfe des M. femoro-tibialis schiebend, auf der ganzen Außenfläche des mittleren Femurdrittels. Dass ein Theil dieses Muskels, und zwar der hintere, den bei Sauriern und Cheloniern beschriebenen Muskel enthält, zeigt seine Innervation.

Chelonii (Fig. 30). Bei Emys europaea und E. serrata sehr dickfleischig von der Symphysis sacro-iliaca, den Sacral- und den ersten vier postsacralen Wirbeln entspringend; in seinem proximalen Theile von den Stämmen des Plexus ischiadicus theilweise durchbohrt, der Hinterfläche des ganzen Os ilei anliegend und in Höhe des Acetabulum mit dem M. ilio-femoralis verwachsend, dann gemeinsam mit dessen Sehne an der Hinterfläche beider Trochanteren und in der Fossa trochanterica inserirend. Nach außen wird der Muskel vom M. flexor tibialis externus, Caput iliacum, nach hinten vom Cap. iliacum M. flex. tibialis interni bedeckt. — Bei Testudo tabulata schmal, außer einem schwachen Urprunge von der Symphysis sacro-iliaca, von denselben Wirbeln wie Emys entspringend, jedoch fast nur von deren Ventralflächen, so dass der platte Muskel mit seinem Ursprunge medial vom Plexus ischiadicus liegt; ferner ist er in seiner distalen Hälfte mit dem ihn vom Os ilei trennenden M. ilio-femoralis verwachsen. Die Lage des Ursprungstheiles dieses Muskels bei Testudo, innerlich von den Nervenstämmen, ist ein von dem bei anderen Reptilien gänzlich abweichendes Verhalten, vielleicht verursacht durch die Länge der sich mit dem Ilium verbindenden Rippen-Querfortsätze, und durch die ungemeine Kürze der Proc. transvers. der ersten Schwanzwirbel; der Muskel mag daher das in der Längsachsenrichtung überhaupt schwach ausgebildete Ilium nicht haben erreichen können und statt dessen neue Ursprungsflächen an den Ventralflächen der Sacralwirbel gesucht haben, so dass er dann innerlich von den ihn ohnehin schon durchbohrenden Nerven des Plexus zu liegen kam, indem er dann die anfänglich (wie bei Emys) lateralen Ursprünge aufgab.

Innervation. Die Innervation dieses Muskels zeigt eine

große Konstanz in Bezug auf das Verhalten der betreffenden Nerven zum Pl. ischiadicus. Bei allen bisher untersuchten Krokodilen[1] und Sauriern kommt der diesem Muskel zugehörige Nerv aus dem Stamme α; es können jedoch möglicherweise, da der Nerv erst distal vom eigentlichen Plexus sich loslöst, auch Fasern eines anderen Stammes, und zwar von S, dabei betheiligt sein. Bei den Alligatoren, Cnemidophorus und einigen Lacerten scheint dies sogar ziemlich sicher der Fall zu sein. — Bei Testudo kommen die Nerven dagegen aus der von den postsacralen Stämmen $\alpha + \beta$ gebildeten Ansa.

Somit würde der Muskel bei den Einen vom prä-, bei den Anderen vom postsacralen oder auch vom Sacralnerv selbst innervirt werden; ein Blick auf die auf pag. 349 mitgetheilte Tabelle zeigt aber, dass der betreffende Nerv, unbekümmert um sein Verhältnis zum jeweiligen Sacralnerven, stets dem Gebiete der beiden vorletzten am gesammten Plexus betheiligten Stämme, mithin dem Ischiadicusgebiet, angehört.

Funktion. Der Muskel zieht das Femur etwas caudalwärts an den Stamm und rollt es ein wenig.

7) M. caudi-femoralis.

Femoro-peroneo-coccygien. Cuvier, 296.
Beugemuskeln. Tiedemann, 23.
Birnförmiger Muskel. Meckel, *S.* 4, 152. — *Ch.* 2, 247.
Pyriformis. Buttmann, *C.* 13. — Stannius, *S.* 3, 133. — *Ch.* 2, 137. — Sanders, *S.*
Pyriformis + subcaudalis. Stannius, *C.* 8, 136.
Femoro-peroneo-coccygeus. Gorski, *C.* 16. — Hair, *C.*
Femoro-coccygeus. Gorski, *S.* 22.
Ohne Namen. Owen, 223 und 235.
Extensor femoris caudalis. Guenther, *H.* — Haughton, *C.*
Caudo-femoral. Humphry.
Femoro-caudal + pyriformis. Mivart, *S.*
Coccygo-femoralis longus. Fürbringer, *S.*

Ein sehr mächtiger, walziger Muskel, der nach Abtragung des M. ilio- et ischio-caudalis als tiefere und lateral-ventrale Muskulatur des Schwanzes erscheint.

---

[1] Bei den Krokodilen wird der Muskel außerdem vom Plexus cruralis aus innervirt. Der betreffende Nerv kommt aus der Ansa $\alpha + b$, tritt zwischen dem M. pubi-ischio-femoralis internus und dem dorso-medialen Rande des M. quadratus lumborum durch, und äußerlich vom M. ilio-femoralis bedeckt, in den vorderen Theil des Muskels ein.

Crocodilini Fig. 32, 33, 34). Aus zwei Theilen bestehend. 1) Der Haupttheil erstreckt sich vom ersten postsacralen bei Crocod. acutus vom zweiten Sacral-Wirbel an 12 Wirbel weit caudalwärts und zwar entspringt er von den Wurzeln und Ventralflächen der Proc. transv. und den ganzen Seitenflächen der Y-förmigen Knochen. Er ist, da die ersten postsacralen Wirbel keine derartigen ventralen Fortsätze besitzen, mit dem der anderen Seite innig verwachsen. Nach dem Schwanzende zu nimmt er, von dem M. ischio-caudalis ganz bedeckt, allmählich an Stärke ab. Seine Fasern, deren ventrale die längsten und deren dorsale nebst den den Sacralwirbeln näher entspringenden die kürzesten und mehr quergerichteten sind, konvergiren nach ventral- und auswärts zu einer sehr dicken, kurzen Sehne, die median am Trochanter internus vorbei sich etwas weiter abwärts an die Innenfläche des Femur heftet. Im rechten Winkel geht von dieser Hauptinsertionssehne eine völlig runde, sehr feste und lange Sehne ohne jegliche Muskelfasern ab, die, der Hinterseite des Femur parallel laufend, zwischen den Hauptstämmen des N. ischiadicus und später zwischen den Ursprungssehnen des M. gastrocnemius, Cap. fem. und dem M. peroneus posterior hindurchtritt, und an der Hinterfläche des Caput fibulae inserirt. Nach außen hin ist die Insertionshälfte des Muskels von dem M. ilio-fibularis und M. flexor tibial. extern., nach innen vom M. flexor ilio-tib. int. mit seinen einzelnen Köpfen bedeckt.

2) Hierzu kommt ein vorderer und innerer kleinerer Muskel[1], der fleischig vom Körper und dem Querfortsatze des zweiten Sacralwirbels und dem ersten Schwanzwirbel, ferner vom Hinter-Innenrande des Os ischii entspringt, und caudalwärts neben dem hinteren Theile des M. pub. isch. fem. ext. liegend, fleischig mit breiter Kante, theilweise vereinigt mit der Sehne des Haupttheiles, am Trochanter internus inserirt.

Hatteria (Fig. 39, 40). Dieser Muskel geht kopfwärts in den früher beschriebenen M. caudi-ilio-femoralis über; er entspringt von der Ventralfläche der Proc. transversi, und der Lateralfläche der Y-förmigen Knochen der ersten 8 oder 9 Schwanzwirbel; er läuft

[1] Dieser Muskel, der von der Innenseite aus, und nach Abtragung der Köpfe des M. ilio-fibularis und des M. flexor tibialis externus auch von außen sichtbar ist, obgleich eigentlich nur der vordere selbständig gewordene Theil des großen M. caudi-femoralis, ist für uns von großer Wichtigkeit, als er, wie später zu besprechen, darauf hindeutet, wie aus der Stammesmuskulatur durch Abtrennung eigene kleinere Muskeln für die Extremitäten hervorgegangen sind.

nicht in eine feine Spitze aus, wie bei vielen Sauriern, sondern sein caudalster Theil endigt ziemlich stumpf, und ist sogar noch etwas mit dem M. ischio-caudalis verwachsen. — Insertion durch eine sehr dicke Sehne gemeinsam mit dem M. caud. il. fem. distal vom Trochanter externus und mit einer langen, distinkten Sehne am Hinterrande des Caput fibulae.

Saurii Fig. 35. 36). Bei den Sauriern ist der Muskel einheitlich. da er gewöhnlich vom letzten Sacralwirbel an, sich beharrlich schmaler werdend nach hinten erstreckt. In seinem Ursprunge und seiner Insertion verhält er sich ziemlich eben so wie bei den Krokodilen, nur ist seine Ausdehnung nach hinten hin eine sehr verschiedene bei den einzelnen Sauriern. So erstreckt er sich bei Hydrosaurus marmoratus und Monitor vom zweiten Sacralwirbel an ungefähr 30 Wirbel weiter nach hinten, bei H. giganteus 40 Wirbel weit, wobei er immer dünner wird. Schließlich, ungefähr am 60., resp. 70. Wirbel, endigt er als ganz feiner, halbsehniger Faden in dem Winkel zwischen den Proc. transversis und den Y-Knochen. Häufig ist die Insertionssehne in die Mitte des Muskels eingebettet und in dessen ganzer Länge zu verfolgen; sie rückt dann allmählich nach außen und inserirt in der Nähe des Trochanter fem. ext. und am Caput fibulae[1]. — Ziemlich lang ist der Muskel auch bei Cnemidophorus (20 Wirbel). Bei den meisten anderen Sauriern, wie Lacerta, Ophryoessa, Iguana, erstreckt er sich mehr dick und fleischig, gewöhnlich 12—13 Wirbel weit vom Sacrum an nach hinten. Sehr kurz ist er, gemäß der Reduktion[2] des Schwanzes,

[1] Diese lange Sehne scheint nicht beständig in ihrer Insertion zu sein. Mivart giebt für Iguana an »inserted into the articular cartilage between the femur and the tibia«. Bisweilen, wie bei Alligator, ist es schwer zu bestimmen, ob sie am Femur, an der Fibula, an beiden Knochen, oder zwischen beiden endigt. Vgl. auch ihre Insertion bei Chamaeleon.

[2] Dass den M. Caudi-femoralis bei Cyclodus wirklich eine Rückbildung in Bezug auf seine Länge betroffen hat, scheint aus Folgendem hervorzugehen: Die ventrale Hälfte der Seitenmuskeln des Schwanzes entspringt in fast der ganzen Länge des Schwanzes, nicht von den ganzen Ventral- und Seitenflächen der Proc. transversi und der Y-Knochen, sondern nur von den Endtheilen derselben, so dass zwischen den senkrecht auf einander stehenden Fortsätzen, so weit sich nicht mehr der M. caudi-femoralis dazwischen erstreckt, ein völlig muskelfreier Raum gelassen wird, der von reinem Fett ausgefüllt wird. Diese Fettmasse wird durch regelmäßige metamere Septa, die sich bis an die Wirbelkörper in die Tiefe erstrecken, in Rhomboëder zertheilt. — Etwas Ähnliches findet sich auch bei anderen Sauriern, eben so bei den Krokodilen, wo an Stelle des dünner werdenden M. caudi-femoralis die entstehenden leeren Räume nicht wieder von der Seitenschwanzmuskulatur benutzt, sondern von reichlich abgelagerten Fettmassen eingenommen werden.

bei Cyclodus, da sich sein Ursprung nur vom 40.—48. Wirbel ausdehnt, und selbstverständlich kurz bei Phrynosoma (24.—29. Wirbel). Am kürzesten ist er trotz des verhältnismäßig sehr langen Schwanzes bei Chamaeleon, bei dem er eine dreieckige Platte bildet, deren kürzere Seite vom 25.—29. Wirbel entspringt, und mit starker Sehne dicht an der Hinterfläche des Trochanter externus, also bedeutend näher dem Caput femoris als bei den anderen Sauriern, inserirt. Die andere Sehne ist nur sehr dünn, läuft lateral neben dem M. ischio-femoralis lang und theilt sich, nachdem dazu ein plattes Bündel vom M. flexor tibialis internus getreten ist, sehr bald in zwei Sehnen, deren eine wie gewöhnlich zwischen den beiden Hauptästen des N. ischiadicus durch, und lateral vom M. pubi-tibialis vorbeitretend, den Ursprungskopf vom Cap. fem. M. gastrocnemii durchbohrt und am Cond. ext. fem. inserirt; die andere Sehne verbindet sich in Nähe des Unterschenkels mit dem M. pubi-tibialis und inserirt mit ihm zusammen gegenüber dem Fibularkopfe an der Tibia; sie scheint die eigentliche Fortsetzung des Muskelbündels vom M. flexor tib.-ext. zu sein. Bei einigen Sauriern, wie besonders bei Cyclodus und Lacerta, ist noch zu bemerken, dass von der Dorsalfläche des Vorderendes des Muskels, also zwischen dem Hinterrande des Ilium und dem After, sich von den Seitenenden der Proc. transversi der ersten Schwanzwirbel eine dünne Muskelschicht loslöst, die theils in den M. caudi-ilio-femoralis, theils an der Hinter-Außenfläche der Oberschenkelbeuge in den sehnigen Ursprung des M. flexor ilio-tibialis internus übergeht.

Chelonii. Den Schildkröten scheint ein solcher bei den Sauriern und Krokodilen so sehr ausgebildeter Muskel gänzlich zu fehlen.

Innervation. Vom ersten postsacralen Nervenstamm an abwärts aus den ventralen Ästen der caudalen Spinalnerven, jedoch scheinen nur einige der vordersten Nervenstämme an der Innervation betheiligt zu sein. Die Hauptinnervation geschieht durch einen gewöhnlich aus dem Stamme α kommenden starken Ast, der wie die beiden folgenden von der Ventral- und Medianseite in den Muskel eintritt, so dass er auf eine kurze Strecke von der Innenseite her sichtbar ist, und dann in dem Muskel gerade nach dessen Ende zu läuft. So war er bei Monitor ungefähr 10 Wirbel weit verfolgbar. Die Äste aus Stamm β und γ sind schon bedeutend schwächer und kürzer, und nur bei Cnemidophorus konnte ich eine Innervation durch die ersten vier postsacralen Nervenstämme mit Sicherheit nachweisen.

Die Funktion dieses Muskels ist eine sehr komplicirte. Einerseits werden wir den Schwanz als Basis, als Linea fixa annehmen müssen, obgleich durch starke Kontraktion des Muskels der Schwanz seitwärts gebeugt wird. Mit Hilfe der Hauptsehne in Nähe des Trochanter externus und zugleich an der Hinter-Innenfläche des Femur wird dieses caudalwärts an den Stamm gezogen und zugleich etwas um seine Längsachse gedreht oder gerollt. Die zweite, lange, zum Kniegelenk gehende Sehne kann, da sie dem Femur fast parallel läuft, nur eine sehr geringe Wirkung ausüben, indem sie das ganze Bein etwas nach hinten und außen zieht. — Eine andere und vielleicht die Hauptfunktion dieses Muskels scheint aber in der Ruderbewegung des Schwanzes zu bestehen, da der Muskel bei den Schwimmern, wie Krokodilen und den Monitoren sehr stark, bei Chamaeleon, dessen Schwanz keiner Seitwärts-, sondern nur Ventralbeugung fähig, am schwächsten entwickelt ist.

Vergleichung. Der M. caudi-femoralis und der M. caudi-ilio-femoralis der Reptilien zusammen entsprechen dem M. caudali-femoralis der Urodelen DE MAN. Bei den Vögeln hat sich sein Ursprung ventralwärts auch auf das Os ischii ausgedehnt: daher bei den Ratiten M. caudi-ischio-ilio-femoralis genannt.

Beim Menschen ist der M. caudi-ilio-femoralis gemäß der Rückbildung des Schwanzes völlig unterdrückt, oder in den ebenfalls stark reducirten M. pyriformis, der dem M. caudi-femoralis entspricht, aufgenommen worden. Bei langschwänzigen Säugethieren dagegen sind beide Muskeln gut entwickelt, und von CUVIER als M. femoro-caudien beschrieben worden.

8) M. flexor tibialis externus.

Triceps crural. CUVIER, *Ch.* 524.
Zweiköpfiger Schenkelmuskel partim. WIEDEMANN, *Ch.* Nr. 56.
Semitendinosus. BOJANUS, *Ch.* 104. — OWEN. — SANDERS, *S.*
Ohne Namen. MECKEL, *C.* 5, 6, 7 (?), 265. — *S.* 2, 264. — STANNIUS, *C.* 10, 136. — *S.* 13, 134.
Äußerer Beuger. MECKEL, 4, 260. — *Ch.* 5, 6, 260 partim (?).
Triceps flexor cruris partim. BUTTMANN, *C.* 31.
Semitendinosus + Semimembranosus. GORSKI, *S.* 20.
Tiefe Adductores flexores. STANNIUS, *Ch.* 9, 138.
Part of the great flexor cruris. GUENTHER, *H.*
Biceps. HAIR.
Longer part of the biceps. HUMPHRY.
Ileo-ischiadico-tibialis proprius. FÜRBRINGER, *S.*
Ileo-ischio-tibialis. HOFFMANN, Nr. 88.

Oberflächlicher, an der Hinter-Außenfläche des Schenkels dem M. ilio-fibularis in seiner ganzen Länge anliegender Muskel.

Crocodilini (Fig. 32, 34, 37, 38, 41, 50). Starker, spindelförmiger Muskel, der mit kurzer Sehne und geringer Flächenausdehnung von der Seite der Portio dorsalis ossis ilei, zusammen mit dem M. ilio-fibularis, entspringt und in der Nähe der Kniekehle sich in zwei Sehnen spaltet, deren eine kürzere an der Fibularseite des Collum tibiae inserirt, während die andere neben dem Cap. fem. M. gastrocnemii langlaufend kurz oberhalb des Fußgelenkes sich mit der Sehne des Cap. tib. M. gastrocnemii verbindet[1]. Hierzu mag noch der ebenfalls von der Portio posterior dorsalis ilii entspringende Bauch des M. flexor tibialis internus gerechnet werden, mit dem der M. flex. tib. externus bei einem ausgewachsenen Alligator noch durch ein schmales, langes Bündel verbunden war.

Hatteria (Fig. 39, 40). Nach Abtragung des M. ilio-caudalis erscheint der Ursprungstheil des M. flexor tib. externus. Dieser Kopf hat die Gestalt eines rechtwinkligen Dreieckes und liegt der vorderen Hälfte des M. caudi-femoralis dorsal auf. Die Hypotenuse bildet die laterale Grenze des Muskels: die kürzere Kathete liegt dem Sacrum am nächsten und ist innig mit dem tiefer liegenden M. caudi-ilio-femoralis verwachsen in der Region der ersten beiden Proc. transvers. caudae. Die längere Kathete bildet die eigentliche Ursprungsbasis des Muskels; sie erstreckt sich ventral vom 1. bis 5. oder 6. Proc. transv. (indem die Muskelfasern in dem zwischen den Wurzeln dieser Querfortsätze und der betreffenden Wirbelkörper liegenden Winkel entspringen). In der Schenkelbeuge, dort wo Schwanz und Oberschenkel im rechten Winkel zusammenstoßen, bildet der Muskel eine dicke, halbfleischige Sehne, von deren Hinterrande sich ein breites Sehnenband zum Tuber ischii begiebt, während aus dem Haupttheil der Sehne selbst zwei Muskelbäuche entspringen. 1) Der dorsale oder besser laterale (unser M. flexor tib. externus), dorsal vom M. ilio-fibularis bedeckt, parallel dem N. ischiadicus zum Unterschenkel gehend, nachdem schon am Ende des proximalen Femurdrittels ein fleischiger Muskelkopf, vom Tuber ischii herkommend, sich mit ihm verbunden hat. In der Region der Kniekehle Spaltung in

[1] Auch bei Säugethieren, wie bei den Einhufern, bei Cavia und Halmaturus etc. steigt die eine Sehne der gewöhnlich als Mm. semitendinosus et semimembranosus beschriebenen Muskeln bis zur Ferse hinab, unter mehr oder weniger ausgedehnter Verbindung mit dem Tendo Achillis. cf. Meckel, op. cit. pag. 601: Gorski, pag. 15, Anmerkung.

zwei distinkte Sehnen, deren eine an dem obersten Hinter-Innenrande des Caput fibulae inserirt, während die andere am Unterschenkel abwärts steigt und einen nur aus Muskelfasern bestehenden schwachen oberflächlichen Kopf des Cap. int. M. gastrocnemii bildet. 2) Siehe pag. 399.

Saurii (Fig. 35). Ähnlich wie bei den Krokodilen, nur ist der Muskelursprung außer auf die Portio posterior dorsalis ilei auch weiter caudalwärts auf das Lig. ischio-iliacum bis zum M. transversus perinei ausgedehnt, so dass er theilweise als Fortsetzung desselben erscheint. Insertion durch eine zweigespaltene Sehne, deren proximaler Arm in Verbindung mit der Endsehne des hintersten der drei den M. flexor ilio-tibialis int. zusammensetzenden Bündel an der Tibial- und Hinterfläche des Collum fibulae inserirt, und deren anderer Arm sich mit der Sehne des Cap. tib. M. gastrocnemii verbindet, wodurch sie also zur Bildung der Plantarfascie beiträgt. Bei Lacerta, Cnemidophorus und Cyclodus ist der Muskel in seiner ersten Hälfte eng mit den ihm benachbarten, den Krokodilen fehlenden M. pubi-ischio-tibialis verwachsen. Bei Iguana zeichnet er sich durch Selbständigkeit aus: er entspringt nämlich sehnig unmittelbar der Hauptsehne des M. caudi-femoralis außen anliegend, vom Lig. ilio-ischiadicum. Noch weiter vom Ilium entfernt, dasselbe gar nicht benutzend, entspringt er mit breiter Ausdehnung nur von jenem Ligamente bei Phrynosoma, Ophryoessa und Chamaeleon. Bei Ptyodactylus scheint ein solcher Muskel zu fehlen, oder ganz in den M. flexor ilio-tib. internus aufgenommen zu sein.

Chelonii (Fig. 30). Wie der folgende Muskel, von dem er ganz bedeckt wird, aus zwei Portionen bestehend. Emys: Pars ischiadica: dickfleischig vom Tuber, hauptsächlich aber vom Hinterrande des Os ischii, auf eine kurze Strecke mit der Pars ischiadica des M. flexor internus, innig, fast zu einem Kopfe verwachsen. Die Pars iliaca entspringt zwischen der Pars caudalis des Flexor internus und dem Kopfe des M. ilio-fibularis, fleischig vom hinteren dorsalen Iliumkamme; dieser mehr bandförmige Theil vereinigt sich mit dem andern auf der Hinterfläche des Femurkopfes, worauf beide schnell sich zuspitzen und in eine rundliche Sehne auslaufen. Diese Sehne spaltet sich in eine kürzere, aufsteigende, welche an der Hinterfläche des Collum tibiae inserirt, und in eine absteigende, längere, die sich mit dem Caput internum des M. gastrocnemius verbindet und den Tendo Achillis bilden hilft. Bei Chelone ist der Muskel nur schwach ausgebildet und entbehrt der Pars iliaca, die ab-

steigende Sehne ist aber vorhanden. Bei Testudo fehlt ein solcher Muskel durchaus, auch ist kein Überbleibsel von der Sehne aufzufinden.

Innervation aus dem Plexus ischiadicus, unter hauptsächlicher Betheiligung des Stammes *S*, zusammen mit den Mm. iliofibularis et caud. il.-femoralis. Bei den Schildkröten wird die Pars ischiadica zusammen mit der betreffenden des M. flexor internus aus dem N. obturator[1], die Pars iliaca aus einem der hinteren Äste des Plexus ischiadicus innervirt; so bei Testudo aus dem Stamme γ. Der Muskel gehört demnach dem hinteren Ischiadicusgebiete an.

Funktion. Beugung des Unterschenkels, und wenn der Muskel vom Os ilei entspringt, auch geringe Adduktion des Beines.

9) M. flexor tibialis internus.

Demi-nerveux + demi-membraneux. Cuvier, *C.* u. *Ch.* 524.
Unterschenkelbeuger und biceps partim. Wiedemann, *Ch.* Nr. 56 und 60.
Semimembranosus. Bojanus, Nr. 105. — Owen, *Ch.* — Sanders, *S.*
Ohne Namen. Meckel, *C.* 4, 5, 7, 265. — *S.* 4, 5, 7 vielleicht auch 3 u. 6, 265 u. 266. — *Ch.* 5, 6, 260 (partim?).
Triceps flexor cruris partim. Buttmann, 31.
Gracilis. Gorski, *C.* 15.
Adductor flexor tibialis s. semimembranosus. Stannius, *C.* 11, 136. — *S.* 14, 134. — *Ch.* 9, 138.
Semitendinosus + gracilis partim. Haughton, *C.*
Adductor femoris, partim. Guenther, *H.*
Gracilis + semimembranosus + semitendinosus. Hair, *C.*
Semimembranosus + Semitendinosus. Mivart, *S.* — Humphry.
Pubo-ischio-tibialis sublimis posterior + Pubo-ischio-tibialis profundus. (Semitendinosus + semimembranosus.) Fürbringer, *S.*
Ischio-caudali-tibialis. Hoffmann, Nr. 85.

Ein auf der Hinter-Innenfläche des Oberschenkels zwischen dem Os ischii und dem proximalen Ende der Tibia und Fibula liegender Komplex, zusammengesetzt aus mehreren, in der mannigfachsten Weise sich spaltenden, und mit den benachbarten Muskeln sich vereinigender Muskel.

---

[1] Diese Innervation durch den N. obturator macht es mir wahrscheinlich, dass in dem betreffenden Muskel bei Testudo Elemente des zu Grunde gegangenen M. pubi-ischio-tibialis enthalten sind.

Crocodilini (Fig. 32, 34, 37, 41, 50). I. Ein dreiköpfiger Muskel, dessen Köpfe von einander getrennt entspringen und sich erst in Nähe des Unterschenkels zu einer kurzen, starken Sehne vereinigen, welche an der Innen- und Vorderfläche des Collum tibiae inserirt. Die Ursprünge sind folgende. 1) Margo anterior ossis ischii, bandförmig zwischen dem M. ischio-femoralis und dem M. pubi-ischio-femoralis externus durchtretend. 2) Margo posterior ossis ischii, als sehniges schmales Band neben der Insertion des M. ischio-caudalis. 3) Von der Portio dorsalis posterior ossis-ilei, ventralwärts neben dem Ursprunge des M. flexor tibialis externus, mit welchem letzteren dieser Haupttheil durch den auf pag. 396) erwähnten Muskelzug verbunden ist. — II. Zwischen dem dreiköpfigen Theile und dem M. flexor tib. ext. eingeschlossen, ein ebenfalls schmales Band. Subcutan mit dünner Aponeurose vom M. ischio-caudalis in der Oberschenkelbeuge, in derselben Gegend, welche bei den Sauriern das Lig. ilio-ischiadicum einnimmt; die kurze Endsehne verbindet sich in Nähe der Kniekehle mit der starken abwärts steigenden Sehne des Flexor externus. — III. Von der Mitte des Margo posterior ossis ischii mit platter und schmaler, jedoch starker Sehne entspringend und zwischen den beiden Theilen des M. pubi-ischio-femoralis posterior hindurchtretend, schwillt der Muskel immer mehr an und inserirt dickfleischig unter Benutzung der kurzen Sehne des M. flex. tib. ext. in der Kniekehle.

Hatteria (Fig. 40) s. pag. 397. 2) Der hintere oder ventrale Muskel (Caput posterius m. flexoris tib. int.) ist zuerst ziemlich breit, bildet die oberflächliche Muskulatur auf der Hinterfläche des Oberschenkels, und inserirt mit kurzer, rundlicher Sehne an der medialen Kante der Tibia, distal neben der Insertion des medialen Theiles des M. flex. tib. internus. Das Caput ventrale endlich, der dritte Theil des M. flex. tib. int., bildet eigentlich die distale Fortsetzung des M. perinei, ist in seiner ganzen Länge mit dem oberflächlich liegenden M. pubi-ischio-tibialis verwachsen, und inserirt mit diesem zusammen an der ganzen Hinterfläche des proximalen Tibiafünftels.

Saurii (Fig. 35, 36). Bei den Sauriern weicht der Muskel von dem bei den Krokodilen geschilderten Verhalten hauptsächlich darin ab, dass er außer ebenfalls mannigfachen Spaltungen oft mit dem ihn auf der Schenkel-Innenfläche völlig bedeckenden M. pub.-isch.-fem. innig verwachsen ist. — Bei Hydrosaurus und Cyc odus aus drei Theilen bestehend. I. Vorderer Theil: vom Margo dorsalis ossis ischii, nahe dem hinteren Ende. II. Mittlerer Theil, vom Lig. ilio-ischiadicum,

nahe dem Ischium. Beide Theile vereinigen sich am Anfange des letzten Femurdrittels und inseriren dickfleischig an der Hinterfläche des Collum tibiae et fibulae. III. Der hinterste Theil ist nur in seinem Ursprunge vom Lig. ilio-ischiadicum mit dem vorigen verbunden: er verschmälert sich zu einer distinkten Sehne, die in Verbindung mit der kurzen Sehne des M. flex. tib. ext. an der Tibialseite des Collum fibulae inserirt. — Bei Monitor sind nur zwei deutliche, auch unter einander verwachsene Theile zu unterscheiden. Beide sind aber vom Ischium auf das Ligamentum herabgerückt: der tiefere Theil (dem III. bei Hydrosaurus entsprechend) entspringt fleischig und vereinigt seine schmale Sehne mit dem Innenrande des M. flex. tib. ext.: der andere dagegen schwillt immer mehr an und inserirt dickfleischig an der Hinterfläche des Collum tibiae et fibulae. Ähnlich verhält sich Iguana, nur entspringt der dünne Theil vom Tuber ischii und bildet zugleich die Fortsetzung des M. perinei. Andere Saurier zeigen wieder neue Kombinationen: So können die beiden Köpfe gemeinsam bald vom Ischium, bald vom Lig. il.-ischiad. entspringen: es kann der eine an der Hinterfläche des Tibiakopfes inseriren (Lacerta), oder den Knochen gar nicht erreichen, indem er sich wie bei Cnemidophorus mit dem vierten Theile verbindet; der andere Theil endlich kann mit dem M. pub.-isch.-fem. verwachsend mit diesem gemeinsam entspringen und nur an der Innenfläche des Tibiahalses sich befestigen (manche Lacerten). — Phrynosoma: dreitheilig: der eine der beiden vom Tuber ischii entspringenden Köpfe tritt sehr bald fleischig zu der langen, dünnen Endsehne des M. caudi-femoralis, benutzt sie dann als Ursprung für neue Fasern und läuft mit dünner Sehne, der des M. caud. fem. parallel, zur Fibularseite des Caput tibiae, so dass auf den ersten Anschein der M. caudi-fem. zwei Sehnen zum Unterschenkel zu senden scheint. Dasselbe Verhalten fand ich bei Chamaeleon, nur entsprang der eine der beiden Köpfe von der Symphysis ossium ischii: der andere, ebenfalls von jener Symphyse kommende Kopf inserirt dagegen fleischig an der Hinterfläche des Condylus internus femoris.

Chelonii (Fig. 30, 31). Dieser bei den Schildkröten meistens stark ausgebildete Muskel wird aus zwei ganz verschiedenen Köpfen zusammengesetzt und liegt oberflächlich auf der Hinterfläche des Oberschenkels, sowohl nach der Innen- als auch nach der Außenseite überragend.

I. Die Pars ischiadica entspringt bei Testudo und Emys stark sehnig von der caudalen Hälfte der Symphysis ossium ischii,

und mit größerer Flächenausdehnung von der Ober- und Hinterfläche des Tuber ischii, dann schwillt er zu einem breiten, platten Muskel an, der hinten über den Trochanter femoris läuft, und sich dann mit der Pars caudalis verbindet. — II. Diese Pars caudalis entspringt von der ventralen und den Seitenflächen der Proc. transv. der ersten vier Schwanzwirbel und mit wenigen Fasern auch vom Hinterrande des Ilium, nahe dessen Verbindung mit den Sacralwirbeln; er bildet ein breites, aber verhältnismäßig dünnes Muskelband, welches der Außen-Hinterfläche des Ilium und Femur anliegt.

Beide Köpfe (I und II) inseriren nach Bildung einer starken, breiten, sehr grobfaserigen Sehne an der Fibular- und Hinterfläche des Collum tibiae.

Innervation. Crocodilini. Theil I. 1 und 2 von der Endverzweigung des N. obturator. Theil I 3 und II und III dagegen wie bei allen Sauriern[1] aus dem Plexus ischiadicus, und zwar gehören die Nerven den Stämmen $S + a$ an. Mithin ist der Muskel zum mittleren Ischiadicusgebiet zu rechnen. — Chelonii: Pars ischiadica aus dem N. obturatoris; die Pars caudalis aus einem Aste von γ, dem hintersten am Plexus ischiadicus betheiligten Stamme.

Funktion. Beugung des Unterschenkels und Anziehen des ganzen Beines nach hinten. Bei den Schildkröten mit dreifacher Funktion. Die beiden Köpfe zusammen bewirken Flexion des Unterschenkels; allein: die Pars ischiadica Adduction, die Pars caudalis ein nach hinten Ziehen des ganzen Beines.

Vergleichung. Nach Innervation und Funktion zu schließen, gehört dieser Muskel bei den Schildkröten zwei verschiedenen Systemen an, und waren die beiden Theile wohl ursprünglich selbständige Muskeln; nachdem sich beide dann verbunden, hat sich später von jedem Kopfe eine tiefere Portion losgelöst, die sich bei den Schwimmern zu dem folglich ebenfalls zwei Systemen angehörigen M. flexor tibialis externus ausgebildet haben. Dies mag eine Erklärung für das Verhalten letzteren Muskels bei den Schildkröten sein.

Die der Hinterseite des Oberschenkels anliegenden Muskeln sind bei allen Wirbelthieren, von den Amphibien bis zum Menschen, so großen und dabei so unwichtigen Variationen unterworfen, dass ein

---

[1] Bei Monitor wurde der M. flex. tib. int. auch noch durch einen Zweig aus dem N. obturator zusammen mit dem vorderen Theile des M. pub.-isch. fem. versorgt.

Versuch, die Muskeln im Einzelnen zu vergleichen, von keinem Werthe sein würde. Der M. flex. tib. externus scheint zu entsprechen: dem M. caudali-pubo-ischio-tibialis der Urodelen, dem M. caudi-ilio-flexorius der Ratiten; beim Menschen einem Theile des M. glutaeus maximus und einem Theile des M. semitendinosus. Dass im M. flex. tib. externus ferner ein Theil des M. biceps flexor cruris des Menschen steckt, wird mir wahrscheinlich durch die Bemerkung in Quain's Anatomy, pt. I. pag. 232 »a slip has been found passing from the long head (of the biceps) to the Tendo Achillis. Otto«.

Der M. flexor tib. internus ist gleich dem M. ischio-flexorius der Urodelen und Ratiten und wird bei den Säugethieren wohl durch den M. semitendinosus (ischio-sous-tibien Cuvier's) repräsentirt.

10) M. pubi-ischio-tibialis.

Gracilis. Gorski, *S.* 21. — Guenther, *H.* — Mivart, *S.* — Humphry.

Sartorius + gracilis. Sanders, *S.*

Ileo-pectineo pubo-ischio-tibialis sublimis (Gracilis). Fürbringer, *S.* 33.

Die oberflächliche Muskulatur auf der Innenfläche des Schenkels; vom Lig. pubi-ischiadicum zum Collum tibiae sich erstreckend, daher den vorigen Muskel und den M. ischio-femoralis völlig überdeckend.

Den Krokodilen und Schildkröten fehlt eine solche Muskelmasse.

Hatteria (Fig. 40). Der Muskel entspringt mit einer Aponeurose, die hauptsächlich vom Lig. pubi-ischiadicum zu kommen scheint, deren Fasern aber medial bis zur Symphysis ossium ischii zu verfolgen sind. In seiner ganzen Ausdehnung ist der hintere Theil dieses Muskels mit dem ventralen Kopfe des M. flex.-tib. int. verwachsen; er inserirt zusammen mit letzterem am Hinter-Außenrande des oberen Endes der Tibia.

Saurii (Fig. 35, 36). Der Länge nach in zwei bis drei auf einander folgende Theile zerfallend. Am deutlichsten ist diese Dreitheilung bei Monitor, Cnemidophorus und Cyclodus. Bei Monitor liegen die beiden vorderen Theile eng an einander, sind aber doch völlig von einander trennbar. Der vorderste ist bandförmig, liegt subcutan neben dem M. pubi-tibialis, entspringt vom vorderen Drittel des Lig. pub.-ischiad. und vom Proc. lat.-pub. selbst, und inserirt kurzsehnig, medial von dem Kopfe des M. tibialis anticus

und des Cap. tib. m. gastrocnemii an der Innenfläche des Collum tibiae. Der zweite Theil ist breiter, nimmt mit seinem Ursprunge fast das ganze Lig. pub.-ischiad. ein bis zum caudalen Ende der Ischiumsymphyse und greift sogar auf den M. perinei über, vereinigt sich in seinem distalen Drittel mit dem dritten, hinteren Theile, an welchen auch schon vorher einige Bündel abgegeben werden, und inserirt dicht distal neben dem ersten Theile. — Der dritte Theil liegt am weitesten caudalwärts, auf der inneren und hinteren Schenkelseite. Er entspringt mit kurzer, breiter Sehne bei den Monitoren vom ganzen Lig. ilio-ischiadicum, mithin auch von dem distalen Ende des M. perinei. Insertion von den vorigen Theilen bedeckt an der Innenfläche des Collum tibiae. — Von wie geringer Bedeutung das Zerfallen in drei Theile ist, zeigt Hydros. marmor., bei welchem im Gegensatze zu H. gigant. und Monitor die beiden ersten Theile zu einem vereinigt waren. Bei Cyclodus hingegen ist der erste Theil vom zweiten völlig getrennt und entspringt mit dünner Sehne nur vom Hinterrande des Proc. lat.-pub. und mit einem Nebenkopfe vom Insertionstheile des M. pub.-isch.-fem. int. Theil 2 + 3 bilden eine Masse, deren Ursprung sich vom ganzen Lig. pub.-isch. dorsalwärts bis fast zum Hinterende des Ilium, also auch auf das Lig. il.-isch. erstreckt; Insertion distal von der des vorigen Theiles, ungefähr am Ende des proximalen Tibiadrittels. Bei Cnemidophorus ist der erste Theil nicht vorhanden; der Muskel entspringt daher nicht vom Proc. lat.-pub., sondern nur vom Lig. pub.-isch. — Die meisten anderen Saurier haben nur zwei Theile (die auch wieder häufig zu einer Masse verschmelzen), deren hinterer mehr oder weniger weit dorsalwärts sich auf das Lig. il.-isch. erstrecken kann, so dass also in diesem ganzen Komplexe die verschiedensten, doch meistens unwichtigen Kombinationen auftreten können.

Chelonii (Fig. 31). Ein M. pubi-ischio-tibialis scheint den Schildkröten zu fehlen, oder seine Reste sind in dem nächst weiter nach hinten liegenden M. flex.-tib. int. aufgenommen. Darauf deutet das Verhalten bei Testudo hin. Es löst sich nämlich von der breiten grobfaserigen Ursprungssehne des M. ischio-femoralis in Nähe des Femurkopfes eine breite Sehne los, dieselbe verläuft subcutan und neben der Pars ischiadica des Flex. tib. int., geht dann unter Verwachsung mit letzterem in einen breiten grobfaserigen Muskelbauch über, der unmittelbar oberhalb der Insertion der Sehne des Flex. tib. int. an der Hinterfläche des Collum tibiae inserirt und

auch, wie der M. pub.-isch.-tib. der Saurier, etwas auf den Innenrand dieses Knochens übergreift. — Bei Emys europ. und E. serrata ist ein solcher Muskelüberrest nicht mehr aufzufinden.

Innervation. Mit Hilfe der Nerven könnte man den ganzen hier beschriebenen Muskelkomplex in zwei größere Massen scheiden, nämlich in eine von Ästen des N. obturator versorgte vordere und innere, und in eine mehr die hintere Schenkelmuskulatur bildende Masse, die zusammen mit den Mm. flex.-tib. ext., ilio-fibularis und caudi-ilio-femoralis aus dem Plexus ischiadicus innervirt wird[1]. (Speciell vergleiche Betreffs der Innervation die Fig. 16—18.) — Bei Hydros. und Monitor zusammen mit den Mm. ischio-fem. und Flex. tib. int. im Bereiche der Stämme *S—c*. Bei Testudo ebenfalls zusammen mit dem M. ischio-fem. und der Pars ischiad. Flex. tib. int., also dem Gebiete des N. obturator angehörig.

Funktion. Beugung des Unterschenkels, verbunden mit Adduktion des ganzen Beines.

Deutung. Ein M. pubi-ischio-tibialis fehlt den Vögeln. Eben so scheint wenigstens die vorderste zum Plexus cruralis gehörige Masse bei den Urodelen nicht vertreten zu sein, während die zum Ischiadicusgebiet und N. obturator gehörige durch zwei Muskeln repräsentirt wird, nämlich durch den M. pubo-tibialis und M. pubo-ischio-tibialis DE MAN's (op. cit. pag. 15 und 16, Nr. 6 und 7).

Bei den Säugethieren entspricht der Muskel dem M. gracilis (grêle ou droit interne, s. pubio-prétibien, CUVIER).

11) M. ischio-femoralis.

Extensor femoris profundus. WIEDEMANN, *Ch.*, Nr. 61.
Pectinaeus. BOJANUS, Nr. 98. — STANNIUS, *Ch.* — SANDERS, S.
Ohne Namen. MECKEL, *S.* 5, 250.
Adductores. BUTTMANN, *C.* 30. — HUMPHRY. (?)
Adductor longus. GORSKI, *C.* 11.
- brevis. GORSKI, *S.* 19.

[1] Nach dem Nervenverhalten möchte ich die bei den Krokodilen als Theil I 1 und 2 beschriebenen Bäuche des Flexor tib. int. als dem M. pub.-isch.-tib. der Saurier entsprechende Muskeln auffassen. Sicher ist diese Trennung des ganzen Muskelkomplexes in eine Crural- und eine Ischiadicus-Partie jedoch keineswegs, da bei Monitor die beiden vorderen Theile vorn nur vom N. obturator, bei Hydros. marmoratus, Cnemidophorus und Cyclodus dagegen auch der mittlere (zweite vordere) Theil außerdem von einem feinen Aste des Plexus ischiadicus innervirt wurden.

Adductor ischiadicus. Stannius, *S.* 9, 134.
Adductor primus. Hair, *C.*
Adductor magnus. Mivart, *S.* — Sanders, *S.*
Pubo-ischio femoralis (Adductor longus + pt. magnus). Fürbringer, *S.*
Ischio-femoralis. Hoffmann, Nr. 90.

Crocodilini Fig. 32. Zum größten Theile nach Abtragung der Haut sichtbar auf der Unterseite des Beckens, zwischen den beiden vom Os pubis und vom Os ischii kommenden Portionen des M. pub.-isch.-fem. ext. — Fleischig vom ganzen vorderen, d. h. dem Os pubis zugekehrten Rande des Os ischii entspringend; bei Alligator erhielt der Muskel noch einen kurzen, bandförmigen Streifen, der wohl nur eine durch den spitzen, sehnigen Ursprungskopf des M. flex.-tib. int. (Theil 1) verursachte Abspaltung vom Hauptttheile war. — Der Muskel ist gleichmäßig bandförmig, bei ziemlicher Dicke und inserirt, äußerlich schräg über den Sehnen des M. pub.-fem. int. et ext. hinlaufend, mit breiter fleischiger Sehne an dem Mitteldrittel der inneren Hinterfläche des Femur.

Hatteria (Fig. 40). Mit sehr dünner platter Sehne von der Mitte des Lig. pub.-isch. zusammen mit dem hinteren Theile des M. pub.-isch.-fem. entspringend und ganz von demselben bedeckt. Insertion des bandförmigen Muskels fleischig an der Hinterfläche des mittleren Fünftels des Femur, daselbst die Ursprungsköpfe des M. ilio-femoralis und des M. femoro-tibialis int. trennend.

Saurii. Vom M. pub.-isch.-fem. und theilweise vom M. flex.-tib. int. bedeckt. Bei Hydrosaurus einen ziemlich fleischigen Muskel bildend, der einen sehr kleinen Kopf vom Proc. lat. pub. erhält, während seine Hauptmasse von der hinteren Hälfte des Lig. pub.-isch. entspringt, also zum großen Theile von gleichem Ursprunge mit dem ihm unmittelbar aufliegenden und ihn ganz bedeckenden M. flex.-tib. int. — Der Anfangs breite Muskel verschmälert sich in schräger Richtung nach dem Femur zu und inserirt, median über die Hauptendsehne des M. caud.-fem. hinlaufend, mit bei Erwachsenen 1 cm breiter Sehne unmittelbar distal vom Trochanter beginnend, am zweiten Viertel der Hinter-Innenfläche des Femur, zwischen dem äußeren und dem inneren Kopfe des M. femoro-tibialis. — Ähnlich bei Monitor, nur ist der kleine, vordere Kopf auf das Lig. pub.-isch. herabgerückt, aber doch deutlich vom Hauptttheile abgetrennt. Bei Lacerta und Cnemidophorus nur einköpfig, und zwar vom Mittelttheile des Lig. pub.-isch., Insertion weiter distal gerückt,

nämlich am mittleren Femurdrittel. — Weiter caudalwärts gerückt ist der Ursprung bei Iguana; der vordere Kopf fehlt ganz: der Haupttheil kommt vom Lig. pub.-isch. und vom Os ischii, bis zum Tuber ischii sich nach hinten erstreckend. Insertion an den beiden ersten Fünfteln der Hinter-Innenseite des Femur. Bei Ptyodactylus (Taf. VI Fig. 8) hauptsächlich vom Lig. pub.-isch. neben dem Proc. lat.-pub. Insertion bis auf die Mitte des Femur reichend. Wegen des weit nach vorn liegenden Ursprunges läuft der Muskel am Trochanter über das Femur und ist daher ein reiner Einwärtszieher. — Bei Ophryoessa und Phrynosoma[1] entspringt der sehr stark entwickelte Muskel gemeinsam mit dem M. pub.-isch.-tib. vom ganzen Lig. pub.-isch. der Symphysis oss. isch. und vom Hinterrande des Os ischii. Insertion weit ausgedehnt, von der Sehne des M. caudi-fem. an distalwärts bis am Hinterrande der ersten drei Viertel des Femur.

Von guter Ausbildung ist der bandförmige Muskel auch bei Chamaeleon; er entspringt von der ganzen Ischium-Symphyse und inserirt von der Sehne des M. caud.-fem. an bis zur Mitte des Femur an dessen Hinter-Innenfläche. — Bei Cyclodus scheint er ganz in die stark entwickelten Mm. pub.-isch.-tib. et flexor-tib. int. aufgenommen zu sein. Ein Muskel mit entsprechender Insertion am Femur ließ sich nicht finden.

Chelonii (Fig. 31). Ebenfalls wie bei den Krokodilen subcutan liegend, aber weiter caudalwärts gerückt als bei jenen. In seiner ersten Hälfte ist er bei Testudo (nicht bei Emys) mit dem ihm hinterwärts anliegenden, ebenfalls vom Hinterende des Ischium entspringenden M. pub.-isch.-fem. eng verwachsen, eine Verbindung, die erst ganz allmählich auf halbem Wege zum Unterschenkel aufgehoben wird. Dickfleischig von der ventralen und nach vorn gerichteten Fläche des Os ischii, und zwar vom Tuber an bis zur Symphyse. Mithin wird der Ursprung bei Emys von dem breiten Lig. pub.-isch. ventral bedeckt, bei Testudo dagegen nur von demselben begrenzt. Bei Testudo dehnt sich der Ursprung vom Tuber an noch etwas auf den dorsalen hinteren Rand des Os ischii aus. Bei Emys

[1] Sanders. Phrynosoma: »Adductor magnus arises by a flat tendon from the ilio-ischiatic ligament beneath the origin of the gracilis, and is inserted fleshy into the internal condyle of the femur and into the interarticular cartilage of the knee-joint. No muscle corresponding to this was found in either Platydactylus japonicum or Liolepis belli; neither is it mentioned by Mr. Mivart as occurring in Iguana. There appears to be a muscle somewhat like it in Chamaeleon«.

entspringt der Muskel fast nur vom Tuber, bei Chelonia dagegen nach Hoffmann von der Symph. oss. ischii und nicht vom Tuber. — Dieser caudalwärts gerückte Ursprung hat seinen Grund offenbar in der Stellung des Sitzbeines. Die Unterflächen der Ossa pubis et ischii liegen nämlich nicht wie bei den Sauriern in einer Ebene, sondern sie schneiden sich in einem stumpfen Winkel: die Spitze desselben ist dorsalwärts gerichtet; mithin musste der Muskel, wenn er noch als Adductor und Caudalwärtszieher (und nicht als Heber, d. h. Kopf- und Ventralwärtszieher) wirken sollte, seinen Ursprung an dem Vorderende der dem Os pubis näheren Ventralfläche des Ischium aufgeben, und denselben so weit als möglich nach hinten verlegen.

Innervation. Bei den Krokodilen aus dem N. obturator; der betreffende Ast tritt sogleich nach Verlassen des Foramen obturatum in den Muskel ein. Das kleine Bündel erhält seinen Nerven weiter distalwärts, ebenfalls aus der Verzweigung des N. obturator.

Saurii. Monitor ein Zweig aus dem vom Stamme *a* gemeinsam für die Mm. pub.-isch.-tib. und flexor tib. int. sich abtrennenden Aste, ferner aus dem N. obturator, und endlich einige Zweige aus dem Plexus cruralis. Im Ganzen also aus dem Gebiete der Stämme $S + a + b$.

Hydrosaurus. N. obturator $(b + a)$; vielleicht auch aus dem Pl. ischiad. — Ophryoessa: hauptsächlich durch einen zwischen der Pars ischiadica und P. pubica des M. pub.-isch.-fem. ext. austretenden starken Ast des N. obturator, ferner durch einen Zweig aus dem Pl. ischiad. $(a + b)$. Bei Iguana, Lacerta, Chamaeleon konnte ich nur Innervation aus dem Pl. ischiadicus nachweisen.

Chelonii: N. obturator $(a + b)$.

Bei sämmtlichen untersuchten Reptilien wurde der Muskel also von den Stämmen $a + b$, resp. $+ S$ innervirt: er gehört mithin unbedingt dem Gebiete der mittleren Beckennerven an.

Funktion. Die Funktion dieses Muskels ist eine verhältnismäßig klar erkennbare und einfache. Je nachdem der Ursprung sich weiter nach vorn oder caudalwärts befindet, ist, da die Insertion immer an der Hinter-Innenfläche des Femur stattfindet, die Zugrichtung eine verschiedene. Als reiner Einwärtszieher (Adductor, d. h. mit geringer Ventralwärts-Rollung verbunden, wirkt er bei den Krokodilen, Lacertinen, bei Ptyodactylus und den Monitoren. Bei Iguana, Ophryoessa und Chamaeleon, also allen denen, bei welchen er hauptsächlich vom Ischium entspringt,

zieht er den Oberschenkel einwärts und zugleich nach hinten (caudalwärts) an. Bei den Schildkröten verhält der Muskel sich gemäß der früher besprochenen Lage des Beckens wohl nur als Einwärtszieher. — Am stärksten als Roller des Femur ist er bei Ptyodactylus ausgeprägt.

Vergleichung. Die vom N. obturator innervirte Masse des M. ischio-femoralis hat bei den Urodelen keinen Vertreter; bei den Ratiten entspricht ihr ein Theil des dort pubi-ischio-femoralis genannten Muskels.

Die zum Ischiadicusgebiet gehörige Masse dagegen entspricht dem M. ischio-femoralis der Urodelen und Ratiten. Es ist hier jedoch zu beachten, dass wahrscheinlich der M. ischio-femoralis der Reptilien aus dem M. pubi-ischio-femoralis (aus dem M. pubi-ischio-femoralis externus und daher zum N. obturator gehörig bei den Krokodilen; aus dem M. pubi-ischio-femoralis posterior und daher Ischiadicusgebiet bei manchen Sauriern) hervorgegangen und dann nichts weiter als eine oberflächlichere (ventrale) Lage desselben ist. — Da der M. ischio-femoralis außerdem selbst wieder häufig, wie z. B. bei den Vögeln, in mehrere Schichten zerfällt, so lässt sich nicht mit Sicherheit bestimmen, wie weit diese Muskeln der einen Thiergruppe mit denen einer andern quantitativ zu vergleichen sind.

Beim Menschen haben sich aus dem M. ischio-femoralis drei Muskeln entwickelt und scheinen, nach Ursprung und Innervation zu urtheilen, der M. adductor longus + brevis der einen, der M. adductor magnus der anderen, mehr caudalwärts gelegenen, Partie zu entsprechen.

12) M. pubi-tibialis.

Gracilis. Bojanus, *Ch.* Nr. 107. — Stannius, *S.* 12, 134. — Owen, *Ch.*
Ohne Namen. Meckel, *Ch.* 3, 259.
Adductor flexor (?). Stannius.
Adductor tibialis. Stannius.
Tibial adductor. Mivart, *S.*
Sartorius. Humphry.
Pelvo-tibialis. Sanders, *S.*
Ileo-pectineo-tibialis profundus. (Fürbringer.) *S.*
Ischio-tibialis. Hoffmann, *Ch.* Nr. 86.

Dieser gewöhnlich bandförmige Muskel liegt auf der Vorderseite des Oberschenkels und erstreckt sich von den Beckenknochen zur

Kniekehle, medial vom Femur, zwischen dem M. ambiens und dem Vorderrande des M. pub.-isch.-fem. hindurchtretend.

Crocodilini. Gänzlich fehlend.

Hatteria (Fig. 40). Bandförmig; mit kurzer Sehne von der Lateralfläche des Proc. lat.-pub. entspringend, geht er dann in die Tiefe, der Innen- und Hinterfläche des M. femoro-tibialis anliegend, sich demnach halb um das Femur herumwindend, und inserirt an der der Tibia zugekehrten Hinterseite des Collum fibulae.

Saurii (Fig. 36). Doppelt spindelförmig. Bei den Monitoren aus zwei getrennten Muskeln bestehend. I. Subcutan, doppelt spindelförmig, kurzsehnig vom Insertionsende des M. pub.-isch.-fem. int. entspringend, gewissermaßen dessen Fortsetzung bildend. Mit kurzer, schmaler Sehne, unter Verwachsung mit dem Unterschenkel-Fußmuskel Tibialis anticus auf der Innenfläche des Collum tibiae inserirend. II. Zwischen dem vorigen Theile und dem M. pub.-isch.-tib. liegend, mit den spitzen, kurzen Köpfen entspringend, und zwar der eine zusammen mit Theil I, der andere vom Proc. lat. pub., der dritte etwas weiter nach dem Ilium zu gerückt, ebenfalls von der Lateralfläche des Os pubis. Insertion durchaus fleischig in der Kniekehle auf der Hinterfläche der Tibia und hauptsächlich, oder nur (Monitor), an der Fibula.

Den anderen Sauriern fehlt Theil I. — Theil II verhält sich folgendermaßen: Er entspringt mit zwei kleinen Köpfen erstens vom Proc. lat. pub. und zweitens mit einem kleineren Köpfchen von der Insertionssehne des M. pub.-isch.-fem. int. Am deutlichsten ist die Zweiköpfigkeit noch bei Cyclodus ausgeprägt; Insertion in der Kniekehle, besonders an der Fibula. — Chamaeleon: einköpfig mit langer dünner Sehne von der Mitte des Vorderrandes des Os pubis zwischen dem Proc. lat. und der Verbindung mit dem Ilium; allmählich breiter werdend und sich schräg in die Tiefe erstreckend, bis zum Knie, woselbst er am Fibularrande des Caput tibiae inserirt. Mit seinem tieferen Hinterrande verbindet sich die lange Sehne des M. caudi-femoralis, außerdem erhält der Muskel kurz vor dem distalen Ende Verstärkungsfasern vom M. flex.-tib. int.

Chelonii (Fig. 31). Bei Emys serrata und E. europaea nahe dem Ursprunge des M. ambiens mit rundlicher Sehne von der Mitte des Lig. pub.-ischiad.; spindelförmig, gleichmäßig anschwellend; inserirt fleischig an der Fibularseite des Collum tibiae, unmittelbar proximal von der Insertion der vereinigten beiden Köpfe des M. flex.-tib. int. — Bei Testudo dagegen ist der Muskel weit cau-

dalwärts gerückt und wenig ausgebildet. Er entspringt mit einer dünnen, langen Sehne vom Tuber ischii, wo die Sehne sich von dem ventralen Vorderrande des eben daselbst entspringenden M. ischio-femoralis und des Cap. ischiad. flexoris tib. int. loslöst. Erst ziemlich nahe dem Unterschenkel, geht die Sehne in einen kurzen Muskelbauch über, der zwischen dem M. flex. tib. int. und dem Femur hindurch gerade von hinten zur Kniekehle tritt und mit kurzer Sehne daselbst am ganzen Hinterrande des Collum tibiae inserirt. Der Muskel kann wegen seiner Unselbständigkeit leicht übersehen werden.

Innervation. Nur aus Ästen des Plexus cruralis.

Funktion. Beugung des Unterschenkels, nebst schwacher Adduction (Einwärts-Anziehung und Hebung nach Innen) des Beines.

Deutung. Der M. pubi-tibialis der Saurier entspricht höchst wahrscheinlich dem M. sartorius der Ratiten und des Menschen, ist aber bei den Sauriern auf die Ventralseite des Beckens, auf das Os pubis gerückt und außerdem, wie wir aus der Beschreibung ersehen haben, ein äußerst variabler Muskel. Den Krokodilen und Schildkröten fehlt er; dasselbe ist bekanntlich bisweilen beim Menschen beobachtet worden.

Der M. pubo-tibialis der Urodelen (DE MAN) ist vielleicht nur ein vorderer selbständig gewordener Theil des M. pubo-ischio-tibialis DE MAN's.

13) M. pubi-ischio-femoralis internus.

Im Allgemeinen.

Runder Lendenmuskel (psoas). WIEDEMANN, *Ch.* Nr. 52.
Iliacus internus + psoas. BOJANUS, *Ch.* Nr. 91—92.
Runder Lenden + Darmbein + Kamm-Muskel. MECKEL, *Ch.* 6, 248.
Iliacus internus + quatuor pectinei (partim). BUTTMANN, 28 u. 30.
Pectineus + psoas. OWEN, *Ch.*
Pectineus. GUENTHER.
Psoas + iliacus. MIVART.
Pectineus + iliacus internus. HUMPHRY.
Adductor magnus. SANDERS (Platydactylus).
Pubo-femoralis internus + dorso-femoralis. HOFFMANN, Nr. 93 + 99.
Pubien interne ou pectiné. SABATIER, *S.* 192. *Ch.* 189. — *C.* 202.

Die einzelnen Theile.

I + II. Surpubien. CUVIER, *S.* 507.
Kamm-Muskeln (pectinei). MECKEL, *C.* + *S.* 8. 251.
Pectineus inferior (I) + superior (II). GORSKI, *C.* 10. — *S.* 18.

Pectineus. STANNIUS, *S.* 7, 134.
Iliacus (1st and 2nd portion). MIVART, *S.*
Marsupialis internus (!). HAUGHTON.
Obturator internus. HAIR, *C.*
Ileo-pectineo-trochantineus externus. FÜRBRINGER, *S.*
Flexor femoris + flexor tibialis. SANDERS, *S.*
Chef pubien de l'obturateur. SABATIER, *C.*

III. Iliaque. CUVIER, 507.
Iliacus (Darmbein-Muskel). MECKEL, *S* + *C.* 11, 251.
Kamm-Muskel (pectineus). MECKEL, *Ch.* 6, 248.
Iliacus internus. GORSKI, *C.* 10. — *S.* 18. — STANNIUS, *C.* 5, 136.
Iliacus (3rd portion). MIVART, *S.*
Iliacus. HAIR, *C.*
Ileopectineo-trochantineus internus. FÜRBRINGER, *S.*
Obturator internus. SANDERS (Liolepis).
Chef iliaque de l'obturateur. SABATIER, *C.*

Die von der Innenfläche der Beckenknochen entspringende und am proximalen Ende des Femur inserirende Muskelmasse zerfällt im Allgemeinen in zwei bis drei mehr oder weniger deutlich von einander getrennte Theile.

Crocodilini (Fig. 32, 33 . I. Vorderer Theil. fleischig vom größten Theile der inneren und nach vorn gerichteten Fläche des Os pubis; median daneben war noch bei Alligator ein kleines Bündel bemerkbar (II), welches aber schon in Nähe der Verbindung des Ilium mit dem Os pubis sich mit dem Hauptheile vereinigte. Der Insertionstheil des Muskels verbindet sich mit dem des M. pub.-isch. fem. ext. zu einer starken Sehne. die schräg nach außen und caudalwärts gerichtet, zwischen dem Os pubis und dem Femur austretend am Trochanter internus inserirt.

III. Eine größere Muskelmasse. bei Alligator fleischig von der Innenfläche der Körper und Proc. transv. des 25. und 26. Wirbels Crocodilus Wirbel 23—25 . und ferner von dem zwischen das Os ischii und jene Querfortsätze tretenden Theil des Ilium, endlich von einem kleinen Theile des Ischium entspringend. Der Muskel verschmälert sich bald und geht nach vorn um den Rand des Ilium zwischen dem Os pubis und der Spina anterior ossis ilei herum, und inserirt fleischig mit geringer Sehnenentwicklung an der ganzen Innenfläche des proximalen Femurdrittels.

Hatteria Fig. 40 . Theil I ist nur durch einen schwachen Muskel repräsentirt: derselbe entspringt von dem Innen- und Vorderrande der medio-ventralen Hälfte des Os pubis und liegt der Dorsalseite des Proc. lat. pub. an. Dann wird er flacher und verbreitert sich

zu einer dünnen Sehne, die sich in ziemlicher Ausdehnung an den vorderen Rand des proximalen Endes des M. ilio-tibialis extensor anheftet, und zwar so, dass der Theil I als ein vorderster, vom Os pubis kommender Ursprung des M. ext. ilio-tibialis betrachtet werden kann. Das Ganze als ein Muskel aufgefasst, erhielte dann eine Zwischensehne.

Theil II. Von der ganzen Innenfläche des Os pubis, als ziemlich dünne Muskelplatte entspringend und caudalwärts, das Foramen obturatum überbrückend, auch auf die Innenfläche der Vorderhälfte des ventralen Ischiumtheiles übergreifend.

Theil III. Hauptsächlich vom vorderen Innenrande des Os ischii in dessen ganzer Ausdehnung, theilweise dort mit II verwachsen. Zwischen beide hindurch tritt aber der N. obturator. Beide Theile vereinigen sich dann zu einem ziemlich breiten und dicken Muskel, der um den Vorderrand des Winkels zwischen Ilium und Os pubis sich herumwindet und dann auf der Vorder-, und etwas auf der Innenfläche des Femur, an dessen proximalem Drittel breitfleischig inserirt. Die proximale Hälfte der außerhalb des Beckens liegenden Masse ist dem M. ilio-femoralis benachbart; zwischen die Insertionstheile beider Muskeln schiebt sich der vordere Ursprungskopf des M. femoro-tibialis.

Saurii (Fig. 35, 36, 48). Gewöhnlich in drei Theile zerfallend.

I. Der vorderste, meistens schmal, fleischig von der Symph. oss. pubis an, wobei er wie bei Iguana häufig mit dem der anderen Seite verwächst, vom Vorderrande des Os pubis etwas auf die Innenfläche übergreifend. Er inserirt, vorn um das Os pubis herumlaufend, an der Vorder-Innenfläche des Femur, dicht unterhalb des Collum, wobei ein Insertionskopf medial, ein anderer lateral vom M. ambiens zum Femur tritt.

II. Fleischig von der Innenfläche des Os pubis, seltener bis zur Mittellinie reichend, in seiner ganzen Länge dem vorigen Theile anliegend. Insertion neben dem Vorigen, an der Vorderseite des Femur zwischen den Köpfen des M. ilio-tibialis extensor und M. ambiens.

III. Von den beiden anderen Theilen durch den N. obturator getrennt. Platt-fleischig von der Innenfläche des Ischium und dem noch frei gebliebenen Os pubis, verdickt sich allmählich und geht ebenfalls vorn um das Os pubis und Ilium herum und inserirt mit starker Sehne an der Außenfläche des Femurhalses.

Diese drei Theile können nun mannigfach sich mit einander ver-

binden und eine äußerst verschiedene Entfaltung zeigen. So ist bei Monitor und Hydrosaurus eine Sonderung in drei Theile kaum ausgedrückt[1], während bei Lacerta und Cnemidophorus die Trennung vollständig ist; bei Cyclodus wiederum sind Theil I und II Anfangs mit einander verschmolzen. Sehr schwach sind die beiden ersten Theile entwickelt bei Chamaeleon, bei dem der Theil II ganz zu fehlen scheint, so dass zwischen I und III ein weiter Zwischenraum sich befindet und das Os pubis frei liegt. Der Theil III kommt fleischig von der Symph. oss. ischii, läuft dann vorn um das Ilium herum, zwischen der Insertion des Quadratus lumborum und dem N. obturator hindurch, erhält dann seinen Nerven mit dem Theil I zusammen und inserirt gemeinsam mit letzterem zwischen den Köpfen des M. ilio-tib. ext. und M. ambiens an der Vorderfläche des Femur.

Ein ziemlich sicheres Kriterium für die Homologisirung der drei einzelnen Theile dieses Muskels bei den verschiedenen Sauriern bilden die Nervenstämme. Der N. obturator tritt nämlich stets zwischen den Theilen II und III hindurch, so dass wir sicher den median von diesem Nerven liegenden Muskel als Theil III erkennen können.

Chelonii (Fig. 30, 31). Bei Testudo tabulata ist der Komplex zweitheilig; der vordere (Nr. I der Saurier) entspringt mit breiter Ausdehnung von der ganzen Dorsal- und Innenfläche des Os pubis, bis zur Symphyse; er inserirt mit starker fleischiger Sehne etwas distal vom Trochanter internus. Der zweite Theil (III der Saurier) ist bei Testudo bedeutend stärker ausgebildet: ein mächtiger Muskel, der von den Körpern und Rippen des 17., hauptsächlich aber des 18. Wirbels entspringt, und seinen fleischigen Ursprung auf der nach vorn gerichteten Fläche des Ilium bis herab an dessen Verbindung mit dem Os pubis erstreckt. Er ist dabei mit dem M. ilio-femoralis und dem vorigen Theile innig verwachsen. Insertion mit starker Sehne, in welche die des vorigen Theiles theilweise aufgenommen ist, am Trochanter externus, und an der Vorder-Außenfläche des Femur, zwischen den beiden Ursprüngen des M. femorotibialis.

Dieser Muskel scheint bei den verschiedenen Schildkröten sich gleich zu verhalten.

Innervation. *Crocodilini.* Theil I + II aus dem N. obturator und zwar zusammen mit Theil I des M. pub.-isch.-fem. externus. Theil III dagegen direkt durch mehrere Äste aus dem

[1] Daher Gorski's Angabe, dass dieser Muskel bei Monitor fehle.

Plexus cruralis; die Äste treten zwischen dem M. quadratus lumborum und ihrem zugehörigen Muskel durch nach außen vom Becken und dann in denselben ein.

Saurii. Theil III erhält einen kleinen Nerven aus dem Plexus cruralis, und kann dieser Nerv sich schon früh wie bei Monitor aus dem vordersten Cruralstamme, oder wie bei Cyclodus erst spät und dann vom N. obturator, aber vor dem Durchtritte durch das Foramen, loslösen. Theil I + II aus dem Plexus cruralis, nicht aus dem N. obturator.

Chelonii. Innervation aus dem Plexus cruralis (*a* + *b*) nicht aus dem N. obturator.

Der Muskel gehört demnach zum größten Theile dem vorderen Cruralgebiete an.

14) M. pubi-ischio-femoralis externus.

Im Allgemeinen:

Triceps adductor femoris. Bojanus, Nr. 97.
Ohne Namen. Meckel, *S.* 7, 250. — *Ch.* 5, 248.
Quatuor pectinei (partim). Buttmann, *C.* 30.
Adductores (partim). Humphry.
Pectineus. Humphry. — Mivart, *S.*
The principal adductor. Guenther, *H.*
Pubo-femoralis externus. Hoffmann, Nr. 89.
Obturateur externe. Sabatier, *C.* 202. — *S.* 192. — *Ch.* 188.

Die einzelnen Theile:

I. Schambein-Muskel (pectineus). Wiedemann, *Ch.* Nr. 53.
Marsupialis externus (!). Haughton, *C.*
Obturator externus. Hair, *C.*
Pectineus (1., 2., 3rd portion). Mivart, *S.*
Ileo-pectineo-femorales (Pectinei). Fürbringer. *S.*
Iliacus + Iliacus externus. Sanders, *S.*

II. Obturateur externe. Cuvier, 507.
Rotator femoris. Wiedemann, Nr. 59.
Obturator. Gorski, *S.* 19.
Quadratus femoris. Hair, *C.* — Stannius, *C.* 6, 136. — *S.* 10, 134. — *Ch.* 7, 138.
Obturator externus. Sanders. — Mivart.
Adductor brevis. Sanders. Platydactylus.
Pubo-ischio-trochantericus longus Gemelli + Quadratus femoris pt.). Fürbringer, *S.*

Dieser Muskel entspricht dem vorigen auf der Ventral- oder Außenfläche der Beckenknochen und zerfällt wie jener in mehrere Theile.

Crocodilini (Fig. 32, 33). I. Vorderster Theil, breit, plattfleischig von der ganzen ventralen, nach unten gekehrten, Außenfläche des Os pubis entspringend. Am Knochen herab gerade zum Femur gehend, an dessen Trochanter internus er im Verein mit der Sehne des Theiles I des vorigen Muskels inserirt.

II. Vom vorigen Theile der divergirenden Richtung der Beckenknochen gemäß getrennt (zwischen beiden der M. ischio-femoralis liegend). Dieser zweite Theil ist kürzer aber dicker als der erste und entspringt fast von der ganzen Außenfläche des Os ischii, so weit dieses nicht von den Ursprüngen des M. ischio-femoralis, M. pub.-isch.-tib. und des M. flex.-tib. int. benutzt wird. Er spitzt sich dann schnell zu, so dass er eine dreieckige Form erhält, und inserirt mit starker, kurzer, in der Tiefe unter dem M. ischio-femoralis durchgehender Sehne am Trochanter internus, etwas caudalwärts von der Insertion des M. pub.-isch.-fem. externus.

Hatteria (Fig. 39). Eine fast einheitliche Masse bildend, welche von der gesammten Ventralfläche des Os pubis, der das Foramen obturatum schließenden Membran, und vom größeren Theile des Os ischii entspringt. Caudalwärts wird sein Ursprung von der Ursprungssehne des M. pub.-isch.-tib. begrenzt. Insertion am Trochanter externus, so dass der Muskel sich um den Troch. internus herumwindet. — Nur ein kleiner Theil hatte sich von der ganzen Masse etwas abgetrennt; er entsprang als kurzer Bauch vom Proc. lat. pub., ging aber bald in den Haupttheil über.

Saurii (Fig. 36). Dem Bau des Beckens entsprechend liegen die Theile I und II neben einander, sind auch bisweilen wie bei Lacerta und Cnemidophorus innig mit einander verwachsen. Ähnlich bei den Monitoren, jedoch ist eine Trennung in einen oberflächlicheren und in einen tieferen von der dem Ischium zugekehrten Schambeinfläche entspringenden Muskel bemerkbar. — Auf der Ventralfläche der Muskeln zieht sich das Lig pub.-isch. hin, und da letzteres bei Cyclodus von der Symph. oss.-ischii an an einem großen Theile des caudalwärts sehenden Randes des Ischium sich festheftet, so ist der M. pub.-isch.-fem. ext. von allen anderen dadurch streng abgeschieden. Bei Chamaeleon sind Theil I und II weit von einander getrennt. Der vordere kommt von der Außen- und der dem Ischium zugekehrten Fläche des Os pubis, und inserirt mit breiter Ausdehnung an der dem Ischium zu gerichteten Fläche des Trochanter, ferner weiter distal von der Insertion des M. caudifemoralis an der Hinter-Innenfläche des proximalen Femurdrittels.

Theil II entspringt von der Symphysis ossium ischii an von der ganzen Außenfläche dieses Knochens, dabei vom M. ischio-femoralis und dem M. pub.-isch.-tib. völlig bedeckt; er inserirt, etwas näher dem Caput femoris als der erste Theil, am Trochanter.

Chelonii (Fig. 30, 31). Bei den Schildkröten sind diese Muskeln stark ausgebildet. Theil I kommt bei Testudo fleischig von der ganzen Ventralfläche des Os pubis und zwar von dessen Symphyse bis zum Proc. lat. andererseits bis an das Foramen obturatum sich ausdehnend. Theil II ist etwas kürzer, entspringt um das Foramen obturatum herum von der Ventralfläche des Ischium, von dessen Symphyse bis zum Tuber reichend. — Beide Theile verwachsen sehr bald mit einander und inseriren vermittels einer dicken fleischigen Sehne an der Innenfläche des Troch. internus. Das Lig. pub.-isch. liegt ventralwärts von dem Muskel, ohne letzteren zu berühren.

Innervation. *Crocodilini*. I und II aus dem N. obturator nach dessen Austritt aus dem Foramen obturatum, zusammen mit Theil I und II des M. pub.-isch.-fem. internus. Bei den Sauriern Theil I und II stets durch den N. obturator nach dessen Durchtritt durch das Os pubis, zusammen mit einem Theile des M. pub.-isch.-fem. int. Theil II erhält bei Lacerta und Cnemidophorus Nerven aus dem N. obturator und aus dem N. ischiadicus. Bei Chamaeleon nur ein Ast aus dem N. ischiadicus.

Chelonii. N. obturator. Dass der als Theil II bei den Schildkröten beschriebene Muskel dem Theil II der Saurier und Krokodile entspricht, zeigt die Zusammensetzung des N. obturator bei Testudo, nämlich N. obturator $= \frac{S}{x} + a + b$.

15) M. pubi-ischio-femoralis posterior.

Obturateur interne. Cuvier, 507.
Carré. Cuvier, *Ch.*
Kurzer Oberschenkelstrecker. Wiedemann, *Ch.* Nr. 58.
Obturatorius internus + quadratus femoris. Bojanus, Nr. 95 + 96.
Ohne Namen. Meckel, *C.* 4, 250. — *S.* 6. 250.
Viereckiger Oberschenkelmuskel (vielleicht + innerer Hüftbeinmuskel). Meckel, *Ch.* 3, 247.
Adductores (partim). Buttmann, *C.* 30.
Adductor magnus + erster Auswärtsroller. *C.* 11.
Ein obturator. Gorski, *S.* 19.
Gemellus. Stannius, *Ch.* 8, 138. — *S.* 11, 134. — *C.* 7, 136.
Obturator internus. Stannius, *C.* 4, 136. — *S.* 5, 134. — Mivart, *S.*

Obturatorius. OWEN, *Ch.*
Quadratus femoris. GUENTHER, *H.*
Pubo-ischio-femoralis brevis (Obturator externus + Quadratus femoris pt.). FÜRBRINGER, *S.*
Adductor secundus. HAIR.
Capsularis. SANDERS, *S.*

Crocodilini (Fig. 32, 33). Unmittelbar caudalwärts neben dem vorigen Muskel liegend: fleischig vom ganzen dem Schwanze zugekehrten Rande des Os ischii. Von diesem Muskel lässt sich bei Alligator noch ein innerer Theil abtrennen, der mit breiter, platter Sehne um die innere Seite des Caput femoris herumgehend, am Trochanter externus inserirt, während der bandförmige Haupttheil des Muskels mit kurzer Sehne neben und auswärts von der Sehne des M. ischio-femoralis an der Hinterfläche des Femur inserirt: diese Insertion ist nur schmal, reicht aber vom Trochanter bis fast zu den Condylen des Femur.

Hatteria. Vom Hinterrande des Os ischii, hauptsächlich von dessen ventraler Hälfte und etwas auf die Innenfläche übergreifend. Der ziemlich fleischige, aber doch nur kleine Muskel vereinigt sich mit dem hintersten Theile des vorigen, inserirt daher auch am Trochanter externus.

Saurii (Fig. 36). Nur gering entwickelt. Vom Hinterrande des Os ischii, mehr oder weniger auf die Innenfläche dieses Knochens sich erstreckend. Bei Chamaeleon ist dieser Muskel nur nach geöffnetem Becken sichtbar. Er entspringt vom Hinterrande der Symphysis oss. ischii und inserirt zwischen Caput und Trochanter femoris.

Chelonii. Breiter und starker Muskel, der von der inneren, oder oberen Fläche der das Foramen obturatum schließenden Membran, dem Hinterrande des Os pubis, und dem Vorderrande des Os ischii distal neben der Insertion des M. ischio-caudalis entspringt. Er inserirt hinterwärts an der Regio trochanterica.

Innervation. Alligator: Von einem sehr schwachen Aste aus dem N. obturator, einem der distalsten Ausläufer dieses Stammes. Ferner durch einen kurzen dicken Ast aus dem Stamme *a*. — Die Betheiligung des N. obturator an der Innervation dieses Muskels macht es wahrscheinlich, dass in letzterem ursprünglich dem M. pub.-isch.-fem. externus angehörige Elemente enthalten sind.

Saurii Nur aus dem N. ischiadicus und zwar durch den ersten sich davon abtrennenden Zweig: eben so bei den Schildkröten.

Dieser Muskel gehört demnach dem mittleren Gebiete der gesammten Beckennerven, specieller dem vorderen Theile des Ischiadicusgebietes an.

Funktion. Geringe Rollung des Oberschenkels, entgegengesetzt der Wirkung des M. pub.-isch.-fem. internus.

Vergleichung des M. pubi-ischio-femoralis.

Reptilien.	Urodelen. (DE MAN.)	Vögel. (GADOW.)	Mensch.
M. pub.-isch.-fem. internus. (Theil III d. Krokodile.)	—	M. iliacus internus.	M. iliacus + psoas.
(Theil I + II.)	M. pubo-ischio-femoralis internus.	—	M. pectineus.
M. pub.-isch.-fem. externus.	pubo ischio-femoralis externus.	M. pubi-ischio-femoralis (partim). + obturator.	M. obturator externus.
M. pub.-isch.-fem. posterior.		M. ischio-femoralis (partim).	Mm. gemelli + quadratus femoris + obturator internus.

Der M. quadratus lumborum und der M. psoas des Menschen scheinen aus dem M. quadratus lumborum der Reptilien (siehe dieses Jahrbuch pag. 70 ff. hervorgegangen zu sein, und zwar so, dass der M. psoas sich weiter entwickelt hat, und bei der Stellung und Form des menschlichen Ilium median von letzterem weiter herab zum Femur gewandert ist; ähnlich so wie der äußere Theil des M. quadratus lumborum mit seiner Insertion lateral vom Ilium zum Femur gewandert sein muss. (Herab- und Langziehung des Muskels durch die Stellung des menschlichen Femur zum Becken.) Der M. psoas und M. iliacus ferner, scheinen, wie schon längst vermuthet, zusammenzugehören, daher schon häufig als M. ilio-psoas zusammengefasst.

Es ist nun die Frage, ob der M. iliacus des Menschen einem der von mir bei den Ratiten als M. iliaci bezeichneten Muskeln verglichen werden darf. Augenscheinlich ja, denn der M. iliacus des Menschen entspringt von der Fossa iliaca, der Basis des Sacrum, vom Ligam. ilio-lumbale und von der Kapsel des Acetabulum. Er

inserirt an der medialen Fläche des Femur, distal vom Trochanter minor, und wird von Nerven des Cruralgebietes innervirt. Er ist also so zu sagen ein echter M. iliacus internus.

Der M. iliacus internus der Vögel entspringt von der Innenfläche des präacetabularen Ilium (bei Struthio besonders von dessen Außenfläche, was wahrscheinlich durch Herabwanderung des Muskels zu erklären ist), inserirt nahe dem Collum femoris am Trochanter internus und wird von Cruralnerven innervirt.

Es ist nun unwahrscheinlich, dass die Insertion des M. iliacus internus der Vögel vom Trochanter externus auf den T. internus, über die Köpfe des M. femoro-tibialis hinweg, gewandert sein sollte. Wir müssen also annehmen, dass der M. iliacus internus in seiner Insertion das ursprüngliche Verhalten bewahrt hat, und dass bei den Vögeln (Struthio besonders) der Ursprung dieses Muskels entsprechend der außerordentlichen Schmalheit des präacetabularen Vogelbeckens nach außen gewandert ist.

Wenn nun der M. iliacus internus vom M. quadratus lumborum abzuleiten ist, so folgt nothwendig, dass die drei übrigen bei den Ratiten als iliaci beschriebenen Muskeln, nämlich der M. iliacus externus posterior, medius und anterior, mit dem M. iliacus internus in keiner genetischen Verbindung stehen können, da sie zweifellos aus dem M. ilio-femoralis der Reptilien abzuleiten sind. Bei den Urodelen und bei den meisten Reptilien ist es noch nicht zur Entwicklung eines M. iliacus internus gekommen, nur die Krokodile besitzen im Theil III des M. pubi-ischio-femoralis internus ein wirkliches Homologon jenes Muskels. Besagter Theil III zeigt durch sein Verhalten bei den Sauriern und bei Hatteria, dass er seine Insertion vom Trochanter internus über die Vorderfläche des Femur hinüber auf die Außenfläche, nach dem Trochanter externus zu verlegt. Mithin kann bei den Sauriern weder morphologisch noch physiologisch das Homologon eines M. iliacus internus nachgewiesen werden.

Der M. pubi-ischio-femoralis der Ratiten, ausschließlich vom N. obturator innervirt, entspricht theilweise dem M. pubi-ischio-femoralis der Reptilien und zwar so, dass er eine oberflächliche, außerhalb des Beckens gebliebene Schicht desselben bildet.

Zur Erklärung des M. obturator der Ratiten müssen wir annehmen, dass er ursprünglich wie der M. pubi-ischio-femoralis der Saurier von den sich gegenüberstehenden und den Ventralflächen der Ossa pubis et ischii entsprang, dann aber — vielleicht durch

Entwicklung mehr oberflächlicher Muskeln gedrängt, — mit seinem Ursprung ins Becken hinein wanderte und so auf die Innen-(Visceral-) Fläche der Ossa pubis et ischii gelangte, dass dann aber die bei den Vögeln jederseits sehr an einander gerückten (in ihrer Längsausdehnung) Ossa pubis et ischii durch eine vom Acetabulum her sich entwickelnde Membran (die Fascia obturatoria Owen's s. Membrana ischio-pubica der Ratiten) mit einander verbunden wurden.

So wurde dann dieser Muskel zum größten Theile ins Innere des Beckens verlegt und nur sein Insertionstheil tritt, nahe dem Acetabulum, zwischen Ischium und Pubis heraus und inserirt am Trochanter externus. Der M. obturator der Ratiten entspräche demnach dem M. obturator externus des Menschen und einem Theile des M. pubi-ischio-femoralis externus der Saurier.

16) Extensor longus digitorum.

Long extenseur commun. Cuvier, *C.* 563. — *Ch.* 562.
Gemeinschaftlicher Zehenstrecker. Wiedemann, Nr. 65.
Gemeinschaftlicher langer Zehenstrecker. Meckel, *S.* 1, 272.
Gemeinschaftlicher Fußheber oder Beuger. Meckel, *C.* 1, 274.
Extensor communis digitorum. Bojanus, Nr. 108. — Owen. Haugthon.
Extensor longus digitorum. Mivart, *S.* — Sanders, *S.*
Extensor digitorum communis longus. Guenther, *H.*
Epicondylo-metatarsalis dorsalis medius. Fürbringer, *S.*
Femoro-digiti I—V. Hoffmann, *Ch.* Nr. 100.

Subcutan auf der Vorder-Außenfläche des Unterschenkels.

Crocodilini (Fig. 37, 38). In Höhe der Tibiamitte dickfleischig mit dem folgenden Muskel, dem M. tibialis anticus vereinigt, nachdem er vom Condylus ext. entspringend, unter der schmalen Sehne des M. ambiens hindurchgetreten ist. Dieser und der M. tibialis anticus gehen dann unter dem Lig. tibio-fibulare inferius hindurch (mit Ausnahme eines bei Alligator vom medialen Rande des M. tibialis anticus sich abtrennenden Streifens, der sich sehnig zweiarmig zu dem die Basis digiti primi mit dem Os Astragali verbindenden Ligamente begiebt) und theilen sich in vier spitz zulaufende kurze Sehnen. Sie inseriren an der Fibularseite der Basen der Ossa metatarsi I, II und III; die vierte geht neben der dritten fibular in den Zehenmuskel Nr. III über.

Hatteria. Spindelförmig mit starker distinkter Sehne vom Cond. ext. fem. Insertionstheil in zwei Köpfe gespalten, deren Scheidung

bis zur Höhe der Tibiamitte zu verfolgen ist: Insertion des einen Theiles an der Basis metatarsi III, die des andern an der Bas. metat. II.

Saurii. Mit starker, runder Sehne vom medialen Vorderrande des Cond. fem. ext. im Sulcus intercondyloideus entspringend, schnell anschwellend bis er seine größte Breite kurz oberhalb des Fußgelenkes erreicht. Insertion vermittels einer kurzen Sehne an den Dorsalflächen der Basis metatarsi III: häufig auch an den beiden Seitenflächen dieses Knochens, wobei dann die Sehne sich in zwei spaltet. Diese Trennung kann sich weiter proximalwärts erstrecken[1], wenn, wie bei Cyclodus, die Insertionssehnen zu den Metatarsen II und III, oder wie ich bei Lacerta viridis einmal gefunden, zu den Metatarsen III und IV treten. Bei der von mir untersuchten Iguana[2] wurde der Muskel kurz vor dem Gelenk fast rein sehnig, um dann gleich wieder muskulös zu werden; er enthielt also eine Zwischensehne. — Chamaeleon: Außer mit der wie gewöhnlich starken Sehne vom Condylus entspringt der Muskel ferner fleischig von der Vorderfläche der proximalen Hälfte der Tibia; er inserirt auf der Dorsalfläche eines der Tarsalknochen unmittelbar vor der Basis Ossis metatarsi III.

Chelonii (Fig. 30). Der Muskel erreicht seine stärkste Ausbildung bei Testudo: er bildet ein gleichschenkliges Dreieck, dessen Spitze am Cond. ext. fem. und dessen Basis in der Fußbeuge liegt; Spaltung daselbst in vier kurze dicke Sehnen, die je eine an der Dorsalfläche der Phalanx I digitt. I—IV (resp. V) inseriren.

Innervation durch die Nn. peronei; die betreffenden beiden Stämme liegen meistens lateral von der Endsehne des M. caudi-femoralis und laufen äußerlich über das Collum fibulae auf die Vorderseite der Unterschenkelmuskulatur. Bisweilen jedoch wie bei Chamaeleon, Cnemidophorus, Ophryoessa etc. liegen sie medial von der Sehne des M. caudi-femoralis und treten dann zwischen der Fibula und Tibia nach vorn durch.

Funktion. Dorsalflexion des Mittelfußes und Hebung des ganzen Unterschenkels; mithin ist die Bezeichnung dieses Muskels als Extensor digitorum nicht ganz passend, zum mindesten nicht erschöpfend.

---

[1] Meckel, op. cit. pag. 275. »Bei Iguana finden sich an Stelle dieses Muskels zwei, in die er zerfallen ist.«

[2] Nach Mivart, op. cit. pag. 749: Spaltung in zwei Sehnen; »the peroneal one curves round tibiad, and is inserted into nearly the middle of the plantar surface of the third metatarsal«.

17) M. tibialis anticus.

Tibial antérieur. Cuvier, *Ch.* 543.
Jambier antérieur. Cuvier, *C + S.* 544.
Vorderer Schienbeinmuskel, Wiedemann, Nr. 71. Meckel, *Ch.* 4, 273. — *C + S.* 1, 275.
Tibialis anticus (partim). Buttmann, *C.* 31. — Owen. — Stannius. — Guenther. — Mivart. — Hauthon. — Sanders.
Tibio-metatarsalis longus. Fürbringer, *S.*
Tibiali-tarsum-metatarsum I. Hoffmann, Nr. 101.

Tibialwärts neben dem vorigen Muskel auf der Vorderseite des Unterschenkels, ebenfalls subcutan.

Crocodilini (Fig. 32, 37, 38). Sehnig-fleischig von der Vorderfläche des Caput et collum tibiae, dann sehr bald mit dem vorigen Muskel vereinigt.

Hatteria. Vorder- und Innenfläche der Tibia, vom Collum an: breite kurze Sehne seitlich über den Malleolus tibiae laufend, an Plantar- und Innenfläche des Os metat. I inserirend.

Saurii. Breitfleischig von den proximalen vier Fünfteln der Vorder-Innenfläche der Tibia, mit breiter, kurzer Sehne an der Innenfläche der Basis metatarsi I inserirend; der Haupttheil der Endsehne geht aber als eine distinkte Sehne subcutan halb plantar auf der Innenfläche der ersten Zehe lang zum Caput metatarsi I, davon endlich weiter noch eine feine Sehne zum Cap. phal. I dig. I.

Hiermit stimmen die meisten Saurier überein. Abweichungen beschränken sich auf weiter distal vom Collum tibiae herabgerückten Ursprung, wie bei Lacerta, Ophryoessa und besonders bei Chamaeleon. Bei letzterem entspringt der Muskel nämlich von den distalen zwei Dritteln der Innenfläche der Tibia, bis zum Ende dieses Knochens herabreichend. Insertion wie bei den übrigen Sauriern.

Chelonii (Fig. 17). Schwach entwickelter Muskel. Mit starker Sehne von der Vorder-Innenfläche des zweiten Fünftels der Tibia; fleischig-sehnig an der Seiten-Innenfläche des Os tarsale I und des Os metatarsale I inserirend.

Innervation. Gemeinsam mit dem M. ext. long. dig.

Funktion. Hebung des Fußes, verbunden mit einer Drehung der Sohle tibial- und dorsalwärts.

18) M. peroneus anterior.

Peronier. Cuvier, *S.* 545. — *Ch.* 543.
Kleiner Wadenbeinmuskel (?). Wiedemann, Nr. 67.
Dritter unterer Fußheber. Meckel, *Ch.* 3, 273.
Dritter Wadenbeinmuskel (?). Meckel, *Ch.* 3, 281.
Ohne Namen. Meckel, *C.* 2, 275.
Peroneus. Bojanus, *Ch.* Nr. 116. — Owen.
Peroneus longus. Haughton, *C.*
Peroneus longus (partim). Guenther, *H.*
Peroneus secundus. Mivart, *S.* — Sanders, *S.*
Fibulo-metatarsalis dorsalis. Fürbringer, *S.*
Fibulari-metatarsum IV + V. Hoffmann, Nr. 102.

Auf der Außenfläche. Fibularseite, des Unterschenkels, zwischen dem M. extensor longus digitorum und dem M. peroneus posterior.

Crocodilini (Fig. 37, 38). Bei Alligator von der Insertion des M. ilio-fibularis an distalwärts von der ganzen Außenfläche der Fibula; distal immer breiter und fleischiger werdend, geht der Muskel, überall subcutan liegend, über das Lig. tibio-fibulare inferius fort und giebt eine breite sehnige Hauptportion zur Verstärkung des von den Sehnen des M. gastrocnemius gebildeten Tendo Achillis ab, welches Verstärkungsbündel bis zum Rudiment. digiti V verfolgbar ist. An der Außenfläche dieses Zehenrudimentes inserirt ferner eine vom Tibialrande des Muskels sich abzweigende Sehne. Bei Crocodilus zerfiel der Muskel in zwei Theile, von denen der von der Vorderfläche der Fibula entspringende am Zehenrudimente inserirt, während der größere mehr auswärts liegende plantarwärts über das Os calcanei läuft und sich dann wie die Hauptportion bei Alligator verhält.

Hatteria. Von der ganzen Vorderfläche und Außenkante der Fibula mit Ausnahme des Caput et collum fibulae. Insertion mit breiter Sehne an der Außenfläche des Metat. II.

Saurii. Von der ganzen Außenfläche der Fibula in deren ganzer Ausdehnung wie bei Hydrosaurus, Lacerta viridis und Ptyodactylus etc. mit dem benachbarten M. peroneus posterior verwachsen, was wie bei Cyclodus sogar zur völligen Verschmelzung beider Muskeln führen kann. Insertion vermittels kurzer, starker Sehne an der Dorsalfläche der Bas. metat. V; gegen das Fortgleiten nach hinten dadurch geschützt, dass die Sehne in die vordere Bucht des Os calcanei eingelagert ist. Bei den Lacer-

tinen inserirt der Muskel wegen schwacher Entwicklung der fünften Zehe hauptsächlich an der Dorsalfläche der Bas. metat. IV, und eine starke Fortsetzung der Sehne erstreckt sich bis zur Außenfläche der Bas. phal. I dig. IV[1]. — Ophryoessa zeigt auch hier eine Distalwanderung der Muskulatur, da der Ursprung das proximale Fibulaviertel frei lässt; Insertion an der Bas. metat. IV und V.

Chamaeleon zeigt ein sehr abweichendes Verhalten des Muskels. Derselbe entspringt unter Verwachsung mit dem M. extensor longus digitorum von der proximalen Hälfte der Fibula; etwas unterhalb der Mitte des Unterschenkels tritt er dann als schwächerer Nebenkopf zum M. peroneus posterior, worauf beide zusammen am Hinter-Außenrande des Fortsatzes des Os calcanei (?) und an der Basis metat. IV und V inseriren.

Chelonii (Fig. 30). Emys: von der distalen Hälfte der Seitenvorderfläche der Fibula, die Insertion des M. ilio-fibularis bedeckend. Der dickfleischige Muskel inserirt an der Vorder- und Außenfläche des Metat. IV und V mit zwei kurzen Sehnen (nach Bojanus bei Emys »ad ossiculum tarsi secundi strati externum et metatarsum digiti quarti et minimi«). Bei Chelone, nach Meckel, »ist er zwar schwächer, entsteht aber von der ganzen vorderen Wadenbeinfläche«.

Innervation. N. ischiadicus, Stamm IV. Bei Alligator jedoch Stamm II.

Funktion. Hebung des Fußes und Auswärtsdrehung der Sohle, mithin bei den Schildkröten in Bezug auf die Drehung Antagonist des M. tibialis anticus; eben so bei Hatteria.

19) M. peroneus posterior.

Plantaris. Haughton, *C.*
Peroneus primus. Mivart, *S.* — Sanders, *S.*

Auf der Außen-Hinterfläche des Unterschenkels, subcutan zwischen dem M. peroneus anterior und dem Cap. fem. m. gastrocnemii.

Crocodilini Fig. 37, 38, 41). Der Muskel nimmt seinen Ursprung hauptsächlich von der über das Knie herablaufenden Sehne des M. ambiens, und bildet, da dessen erste sehr distinkte Sehne sich bald auflöst, die direkte Fortsetzung des M. ambiens. Außerdem kommen sehnige Ursprungsfasern von der Außenfläche des breiten, dem Kniegelenk aufliegenden Komplexes der Insertionssehne der

[1] Ähnliches fand Meckel: »Bei Iguana setzt sich die Sehne dieses starken Muskels an den Mittelfußknochen und alle Glieder der fünften Zehe.«

Mm. femoro-tibialis und ext. ilio-tibialis: endlich zahlreiche Unterstützungsfasern von der äußerlich verlaufenden Endsehne des M. ilio-fibularis. Der Muskel schwillt dann etwas an, worauf er theilweise in die fibulare, äußere Portion des Cap. fem. M. gastrocn. übergeht, während seine stark gewordene Hauptmasse sich zwischen diesen Muskel und die tiefer liegenden Muskeln schiebt und an der Hinterfläche des Os calcanei inserirt, zugleich aber auch durch die Verwachsung mit dem Cap. fem. M. gastrocnemii zur Unterstützung der tibialen Endsehne des letzteren beiträgt.

Hatteria. Der Muskel ist, ähnlich wie bei einigen Sauriern, nicht selbständig entwickelt, sondern völlig in den M. peroneus anterior aufgegangen.

Saurii (Fig. 35, 43). Mit starker Sehne von der Außenfläche des Cond. ext. fem. entspringend: etwas weiter distal wird der Muskelkopf häufig, wie bei Hydrosaurus, von einigen Fasern des Insertionstheiles des M. ilio-fibularis äußerlich überdeckt (während die Hauptinsertion des M. ilio-fibularis zwischen dem Cap. fem. M. gastrocnemii und dem M. peroneus posterior durch zur Fibula tritt). Meistens liegt der M. peroneus posterior also ganz subcutan wie bei Monitor; er schwillt unmittelbar unterhalb des Kniegelenks sehr schnell an, so dass er dort seine größte Breite erhält, nimmt dann wieder ab und wird daher dreieckig. Er inserirt mit einer breiten Sehne an der Außenfläche des Cap. metat. V; von dieser Hauptsehne geht eine ebenfalls breite, aber dünnere Sehne schräg zwischen den tiefen Beugern und dem Cap. fem. M. gastrocnemii hindurch zum distalen Tibialrande des letzteren, oder auch zu den Fußwurzelknochen [1].

Bei vielen Sauriern, wie Lacerta, Ptyodactylus, Iguana, ist der Muskel mit dem ihm anliegenden M. peroneus anterior mehr oder weniger weit verwachsen, wobei er dann meistens seine dreieckige Form gegen eine mehr gestreckte vertauscht. Bei Cyclodus ist die Verwachsung eine so innige, dass er seine Selbständigkeit ganz eingebüßt hat. — Chamaeleon zeigt eine bedeutende Verschiedenheit. Ursprung fleischig von der ganzen Vorderfläche der Fibula, mit Ausnahme deren proximalen Fünftels, sich bis an

[1] Mivart, op. cit. Iguana: Inserirt »into the peroneal border of the fifth metatarsal bone, a little above its middle. Behind the ankle its tendon expands into a broad, strong, ligamentous fascia, which binds down the flexor muscles. being attached internally to the internal margin of the hinder surface of the astragalus.«

den Malleolus fibulae erstreckend; er wird demnach distalwärts immer breiter. Insertion zusammen mit dem zu ihm als schwächerer Theil tretenden M. peroneus anterior mit breiter Ausdehnung an der Basis metat. IV und V, und am Außen-Hinterrande des Calcaneus-Fortsatzes. Eine vom Cap. fem. M. gastrocnemii bedeckte, sich auf der Hinterfläche des Schenkels in die Tiefe erstreckende Sehne fehlt. — Der Muskel ist bei Chamaeleon also erstens mit seinem Ursprunge bedeutend distalwärts herab- und zweitens auf die Vorderfläche des Beines gewandert, so dass er zwischen Fibula und Tibia zu liegen kommt und gar nicht auf die Hinterfläche des Beines übergreift.

Chelonii: Fehlend.

Innervation: Alligator: N. ischiadicus, Stamm I; derselbe durchbohrt den Muskel dabei, und giebt später in Höhe des Os calcaneus noch zwei kurze Äste an den Muskel ab. — Saurii, im Allgemeinen wohl durch den Stamm IV; bei Chamaeleon nachdem derselbe zwischen Fibula und Tibia nach vorn durchgetreten ist.

Funktion. Plantare Beugung und Auswärtsdrehung des Fußes.

20) M. gastrocnemius.

Gastrocnémien. Cuvier, *S.* 544. — *Ch.* 543.
Gastrocnemius. Wiedemann, *Ch.* Nr. 69. — Bojanus, Nr. 114*a*, 114*b*. — Owen. — Stannius.
Sohlenmuskel (Soleus) + langer Beuger der 4. u. 5. Zehe. Meckel, *Ch.* 281.
Sohlenmuskel (soleus). Meckel, *C* + *S.* 6. 276.
Gemeinschaftlicher Zehenbeuger und Fußstrecker (partim). Meckel.
Femoro-tibiali-tarsum-metatarsum V. Hoffmann, Nr. 106.
Flexor perforatus digitorum. Sanders, *S.*

I. Caput femorale.

Outer head of gastrocnemius. Haughton, *C.*
Gastrocnemius. Guenther, *H.* — Mivart, *S.*
Epitrochleo-metatarsalis ventralis fibularis s. Gemellus externus. Fürbringer, *S.*
Flexor perforatus digitorum. Sanders, *S.*

II. Caput tibiale.

Outer head of gastrocnemius. Haughton, *C.*
Epitrochleo-tibio-metatarsalis ventralis s. Gemellus internus. Fürbringer, *S.*
Soleus. Guenther, *H.* — Sanders, *S.*
Plantaris (?). Mivart, *S.*

Der stärkste, aus zwei Köpfen bestehende, oberflächliche Beuger, auf der Hinterfläche des Unterschenkels.

Crocodilini (Fig. 32, 37, 38, 41, 50). I. Caput femorale s. externum. Dicker spindelförmiger Haupttheil, auf der Außen-Hinterfläche des Unterschenkels gelegen. Mit starker, kurzer Sehne von der lateralen und hinteren Fläche des Cond. ext. fem., medial vom M. ilio-fibularis liegend, mit der Endsehne des M. caudi-femoralis verwachsen, da diese ihn theilweise durchbohrt. Insertion: 1) vom fibularen, äußeren Rande des Muskels löst sich eine runde, starke Sehne los, die von der Sehne des Theiles II umschlossen wird und im Sulcus der hinteren Calcaneusfläche verläuft; sie verbreitert sich dann auf der Plantarfläche des Fußes und strahlt auf die erste Lage der plantaren Zehenmuskeln aus; und zwar folgendermaßen: ein Theil verbindet sich mit der Endsehne des Zehenmuskels Nr. 6 ε. der tibiale inserirt an der Basis phal. I dig. III, beugt daher diese Zehen plantarwärts; der mittlere auf die Zehenmuskeln ausstrahlende Theil setzt sich schließlich in die Schwimmhaut fort, indem er an der fibular-plantaren Seite der dritten Zehe bis an deren Ende langläuft und so die ganze Zehe beugt. 2) die Hauptmasse dieses Kopfes I geht in eine breite, flache und subcutane Sehnenplatte über, die vom Tendo Achillis bedeckt ist und die starke vorher besprochene fibulare Sehne einhüllt, außerdem zum Ursprunge für die kurzen Zehenbeuger dient.

II. Caput tibiale s. internum. Auf der inneren Hinterfläche des Unterschenkels liegend. Fleischig von der Hinterfläche des Kopfes und des proximalen Drittels der Tibia, so dass die Insertionssehne des M. flexor ilio-tibialis internus theilweise umfasst wird. Der breite und etwas flache Muskel inserirt: 1) mit einer sich vom medialen Theile lostrennenden Sehne, die über das Ende des Os astragali hinüberläuft, am plantaren und medialen Rande der Basis metat. I; 2) mit dem Haupttheile schräg fibularwärts absteigend und die eine Hälfte des Tendo Achillis bildend (es ist daran noch die Sehne des M. flex. tib. ext. betheiligt), mit breiter Sehne, verstärkt durch die abwärts steigende Endsehne des M. flexor ilio-tibialis externus, wie ein Gelenkband am äußeren Rande des rudimentären Os dig. V.

Hatteria. I. Caput femorale: vom Hinterrande des Cond. ext. fem. und von der Endsehne des M. caudi-femoralis, von der er so zu sagen durchbohrt wird. Der Muskel theilt sich dann in eine oberflächliche Masse und in eine tiefere. Die oberflächliche

wird bald dick und dann zu einer breiten Platte, die ihre Sehnenfasern auf ihrer Außenfläche, d. h. unter der Fascia plantaris zu liegen hat, und geht dann in die erste Lage sämmtlicher plantaren Zehenmuskeln über. Nur am Rande der fünften Zehe ist die sehnige Muskelplatte an die Fußknochen selbst angeheftet. — Der tiefere Theil ist kleiner und tritt zu dem noch tiefer liegenden M. flexor longus digitorum. Beide vereinigen sich und gehen in eine sehr starke, breite Sehne über, die in der Mitte plantar über das Fußgelenk geht, dann sich wieder verbreitert und in zwei deutliche Sehnen spaltet, deren eine zur Basis phal. I dig. I, deren andere zum Dig. V geht; zwischen beiden ist eine sehnige Schicht ausgebreitet, die plantar der zweiten Zehenmuskellage aufliegt, welche Muskeln theilweise von dieser Sehnenplatte ihren Ursprung nehmen.

II. Caput tibiale. Von der Fibular- und Hinterfläche des Caput und einem Theil des Collum tibiae entspringend; der Muskel ist zuerst breit und flach, läuft dann aber in eine dünne subcutane Plantarfascie aus, die hauptsächlich auf der Plantarfläche des Os tarsale dig. I und der Basis phal. I dig. V inserirt.

Saurii (Fig. 43). Während bei den Krokodilen die beiden Haupttheile I und II völlig von einander getrennt sind, verschmelzen sie bei vielen Sauriern (Ophryoessa) ungefähr in der Mitte des Unterschenkels mit einander.

I. Caput femorale. Monitor: Meistens der stärkere Kopf, vom Cond. ext. fem., im distalen Ende von der breiten Insertionssehne des Caput internum bedeckt; Insertion eines kleinen Theiles mit kurzer Sehne und etwas fleischig auf der Plantarfläche der Basis metat. V. Der bei Weitem größere Theil des Muskels bildet aber direkt den Ursprung für sämmtliche kurze Zehenbeuger der plantarsten Lage, die in Höhe des Tibio-metatarsal-Gelenkes halbsehnig entspringen.

II. Caput tibiale s. internum. Zweiköpfig. 1) Von der Innenfläche des Collum tibiae; die Insertionen des M. pub.-isch.-tib. überdeckend[1], schwillt zu einem platten Bauche an mit schräg fibular-distalwärts gerichteter Faserung, und verbindet sich in Höhe der Tibiamitte mit dem breiten Kopfe, 2) der fibular von der Insertion des M. pub.-isch.-tib. fleischig von der Hinterfläche des Tibiahalses

[1] Bei Cyclodus bildet das Caput tibiale durch seinen Ursprung theilweise die Fortsetzung des vorderen Theiles des M. pub.-isch.-tibialis.

kommt, außerdem die absteigende Endsehne des M. flex. il.-tib. externus aufnimmt. Diese Sehne läuft auf der dem Knochen zugekehrten Fläche des Muskels lang und dann in die breite und dünne, aber feste Endsehne über, die subcutan inserirt auf der Plantarfläche der Bas. phal. I—III. dig. V; ein tibialer, eben so breiter, aber dünnerer Sehnentheil geht als subcutane Fascie auf dem Metat. IV in die Sehne des darunter liegenden Caput externum (siehe oben) über.

Bei Ophryoessa entsprang das Caput internum einheitlich, nicht zweitheilig, hauptsächlich fleischig von der Hinterfläche des Femur in der Kniekehle und nur mit wenigen Fasern von der Hinterfläche der Tibia. Der Muskel ging schon am Anfang des letzten Tibiadrittels in eine breite Aponeurose über, die zum größten Theile mit der des Caput internum verwachsen war. Zum Fibularrande trat die absteigende Sehne des M. flex. tib. ext., deutlich bis zur Fußbeuge verfolgbar.

Ptyodactylus besaß nur das Caput internum, welches bei gewöhnlichem Ursprunge fleischig auf der Hinterfläche des Os metatarsi V inserirte und ferner den sehnig fleischigen Ursprung für die erste Lage der kurzen plantaren Zehenmuskeln bildete.

Chamaeleon. Caput tibiale von der Hinter-Innenfläche des mittleren Tibiadrittels, also Herabwanderung des Ursprungs, wie bei Ophryoessa nur einköpfig. Das Caput femorale wie gewöhnlich. Verbindung der beiden Köpfe kurz vor dem Fußgelenk zu einer starken Sehne, nach Verstärkung durch die Sehne des M. flex. tib. ext. Insertion an der Dorsalfläche des nach hinten hervorragenden Knochens im Tarsalgelenke. (Mithin ist die Muskulatur der Chamaeleonten entsprechend ihrem abweichenden Fußbau von den übrigen Sauriern sehr verschieden.)

Chelonii (Fig. 30. 31). Caput femorale vom Cond. ext.-fem.; kurzsehnig am Os tarsale und metatars. V inserirend; von der Endsehne des anderen Kopfes verbindet sich nur ein schmaler Strang mit dem Cap. femorale auf der plantaren Fläche des Fußgelenkes.

Caput tibiale von der Innen-Hinterfläche der proximalen Hälfte der Tibia mit Ausnahme des Caput tibiae: vom Caput femorale durch die Insertionen des M. flex. tibialis und des M. pub.-isch.-tib. getrennt: mit diesen Muskeln ist der M. gastrocnemius bei Testudo nirgends verbunden, während bei Emys und Chelonia wie bei den Eidechsen, Krokodilen und Vögeln eine absteigende Sehne des M. flex. tib. ext. sich mit seinem fibularen Rande vereinigt. Das Caput tibiale endigt im letzten Drittel des Unterschen-

kels in eine starke, platte Sehne, die mit den tiefer liegenden Beugern auf der Plantarfläche des Fußgelenkes verwächst und am Os tarsi externum und der Basis dig. IV inserirt.

Innervation. N. ischiadicus und zwar bei den Krokodilen das Caput tibiale durch Stamm II und einen schwachen Ast aus I; das Caput femorale Stamm I und bei Alligator ein schwacher Ast aus Stamm III.

Saurii: Beide Köpfe gewöhnlich aus dem Stamm I (Chamaeleon, Ptyodactylus, Cnemidophorus, Iguana, Hydrosaurus). Stamm III dagegen innervirt bei Ophryoessa das Caput tibiale, bei Lacerta das Caput femorale.

Chelonii. Stamm I und III.

Funktion. Plantarflexion des Fußes und der Zehen. Durch das Caput femorale und wegen der Insertion an den Fußwurzelknochen aber auch geringe Beugung (d. h. Adduction) des Unterschenkels an das Femur.

21) M. flexor longus digitorum.

Solaeus + plantaris + flexor longus digitorum pedis. Bojanus, *Ch.* Nr. 116 + 115 + 117.
Große tiefe Beuger. Meckel, 5, 281.
Langer durchbohrender gemeinschaftlicher Zehenbeuger. Meckel, *C* + *S.* 4, 5, 285.
Soleus + digiti-flexor longus. Owen, *Ch.*
Flexor longus digitorum. Haugthon, *C.* — Mivart, *S.*
Flexor digitorum communis longus. Guenther, *H.*
Epicondylo-metatarsalis digitalis ventralis sublimis s. Flexor perforatus. Fürbringer, *S.* (Caput externum).
Epicondylo-fibulo-tibio-digitalis ventralis profundus s. Flexor perforans. Fürbringer, *S.*
Flexor perforans digitorum. Sanders, *S.*
Femoro-fibulari-digiti I—V. Hoffmann, *Ch.* Nr. 107.

Ein mehrköpfiger Komplex, der auf der Hinterseite des Unterschenkels nach Fortnahme des vorigen Muskels sichtbar wird.

Crocodilini (Fig. 41). Caput externum: Ein platter, ziemlich breiter Muskel, der unmittelbar in seiner ganzen Länge vom Cap. fem. M. gastrocnemius bedeckt wird und sehnig-medial neben dem mit ihm später verbundenen Muskel von der Außen- und Hinterfläche der Fibula entspringt. Am Os Astragali angelangt, geht er in eine sehr starke Sehne über, die sich mit der noch mächtigeren des anderen Kopfes verbindet, worauf beide zusammen die breite

Anfangssehne des Flexor digitorum communis brevis bilden (d. h. der tieferen Lage der plantaren Zehenmuskeln). — Caput internum: Fleischig von der ganzen Hinterfläche der oberen Hälfte der Tibia, von der Kniekehle an, bisweilen, wie Crocodilus zeigte, mit dem Caput femoralis des Cap. fem. M. gastrocnemii verwachsen; der Muskel wird dann im weiteren Verlaufe vom Caput externum bedeckt und später mit ihm vereinigt.

Hatteria. Von der Hinterfläche des Caput et collum fibulae und vom proximalen Drittel der gegenüber liegenden Tibiafläche. Zu diesem Muskel tritt dann der tiefere Theil des Caput femorale des Caput fem. M. gastrocnemii. Der weitere Verlauf beider und ihre Insertion ist auf pag. 428 beschrieben worden.

Saurii (Fig. 43). Meistens aus drei Theilen bestehend, die am deutlichsten bei den Monitoren ausgeprägt sind.

I. Caput externum: Vom Cond. ext. fem., der Hinterfläche des proximalen Endes der Fibula, und von der gegenüber liegenden Region der Tibia. Der Muskel geht in eine breite Sehne über, die sich am Ende der Metatarsalknochen in fünf feine Sehnen spaltet, welche an der Plantarfläche der Basen sämmtlicher Phalangen, hauptsächlich aber der letzten, inseriren. Außerdem bildet die noch vereinigte Sehnenplatte den Ursprung und theilweise auch die Insertionsfläche für die kurzen Muskeln der zweiten Lage der plantaren Zehenmuskeln (cf. pag. 443).

II. Caput accessorium. Hinten unmittelbar vom Caput femorale bedeckt, liegt dem vorigen ein bedeutend kleinerer, platter Muskel auf, der fleischig von der Außenfläche des Cond. ext. fem. entspringt, dabei auch mit der Endsehne der Mm. flex. tib. oder mit dem Caput femorale M. gastrocnemii verwachsen sein kann, und in der Mitte des Unterschenkels in eine schmale distinkte Sehne übergeht, welche dann dem fibularen Rande der Sehne des Cap. externum anliegend, schließlich theils mit demselben verwächst, theils getrennt zur Plantarfläche der Bas. phal. II dig. IV tritt.

III. Caput internum. Dem Tibialrande des Caput externum anliegend, von der Tibial- und Hinterseite des Caput fibulae et tibiae an, ziemlich weit auf diese Knochen herabreichend. Inserirt vereinigt mit der starken Sehne des Caput externum.

Cyclodus und Ptyodactylus schließen sich dem eben geschilderten Verhalten an, nur ist die Trennung in einzelne Köpfe weniger deutlich. — Bei Iguana und Lacerta zweiköpfig, vom Cond. fem. ext. und von der Hinterfläche des Collum fibulae et tibiae.

Ebenfalls nur zweiköpfig, aber dabei mit vom Femur ausschließlich auf den Unterschenkel herabgerücktem Ursprunge bei Ophryoessa und Cnemidophorus. Bei letzterem: von der Hinterfläche des proximalen Drittels der Fibula und vom Collum tibiae; seinem Fibularrande liegt das Caput accessorium an, das aber nur noch durch eine feine Sehne repräsentirt wird, die bis zur Basis phal. I dig. IV. verfolgbar ist.

Chamaeleon zeigt ein den Monitoren ähnliches, doch durch den Ursprung des Caput externum bemerkenswerthes Verhalten. Dieses entspringt nämlich nur zum geringen Theil vom Cond. ext. fem., sondern hauptsächlich vom proximalen Drittel der Hinter-Außenkante der Fibula. Das Caput accessorium löst sich von der tiefen Fläche des Cap. fem. M. gastrocnemii ab und verbindet sich, in eine dünne Sehne auslaufend, mit dem fibularen Rande des Caput externum. Das Caput internum ist außer dem Cap. fem. M. gastrocnemii der stärkste der ganzen Unterschenkelmuskulatur, entspringt fleischig von der proximalen Hälfte der inneren Fibulakante und dem ersten Viertel der entsprechenden Tibiafläche; seine distinkte Sehne verbindet sich, von den Endsehnen des M. gastrocnemius bedeckt, mit der anderen erst auf dem Fußgelenk.

Chelonii. Testudo und Emys: I. Caput femorale s. externum, sehnig-fleischig von der Hinterfläche des Cond. ext. fem., gleichmäßig walzig, medial neben dem äußeren Kopfe des Cap. fem. M. gastrocnemii, mit dem er Anfangs verwachsen ist, auswärts von dem M. flex. tibialis und dem M. pub.-isch.-tib. subcutan auf der Hinterseite des Unterschenkels langlaufend. Seine distale Hälfte kriecht als platte Sehne unter der des Caput internum M. gastrocnemii hindurch und verbindet sich mit dem Caput internum.

II. Caput internum. Von den distalen zwei Dritteln der Hinter-Außenfläche der Fibula, so weit letztere vom Ursprunge des M. interosseus cruris frei bleibt. (Bei Emys ist der Ursprung höher herauf gerückt.)

III. Dazu kommt noch ein Kopf von der mehr lateralen Fläche der distalen zwei Drittel der Fibula. — Kopf II und III schwellen distalwärts zu einer sehr dicken Masse an, welcher plantar die breite Sehne des Kopfes I angewachsen ist. Insertion nach Bojanus auf der Plantarfläche des Os tarsale externum der zweiten Reihe, am Rudimente der fünften Zehe; darauf Spaltung in vier Sehnen, die an den Basen der ersten Phalangen der ersten vier Zehen sich befestigen.

Bei Testudo waren die beiden letzten Muskelköpfe mit einander und mit dem tiefer gelegenen M. interrosseus cruris mehrfach verwachsen, so dass sie weniger selbständig erscheinen; hauptsächlich aber leidet darunter die Selbständigkeit des M. tib. post.

Innervation. Krokodile. Caput I durch den Ischiadicus Stamm I; Caput II durch Stamm II. Bei den Sauriern allgemein durch Stamm I, nur bei Hydrosaurus konnte ich noch Betheiligung des Stammes II nachweisen.

Funktion. Plantarflexion der Zehen.

22) M. tibialis-posticus.

Jambier postérieur. Cuvier, *C.* 544. — *S.* 545. — *Ch.* 543.
Hinterer Schienbeinmuskel. Meckel, *C* + *S.* 7, 276. — *Ch.* 5, 274.
Tibialis posticus. Bojanus, *Ch.* Nr. 119. — Owen, *Ch.* — Haughton. — Mivart, *S.*
Tibio-metatarsalis ventralis. Fürbringer, *S.*
Fibulari-tarsum-metatarsum I. Hoffmann, *Ch.* Nr. 109.

Ein Muskel, welcher erst nach Fortnahme der beiden vorigen erscheinend, den tiefsten Beuger auf der Hinterseite des Unterschenkels bildet. und, was Ursprung, Ausdehnung und Insertion anbetrifft, auch innerhalb der Sauriergruppe allein, der größten Schwankungen fähig ist.

Crocodilini (Fig. 37). Fleischig von der ganzen der Fibula zugekehrten Tibiafläche einerseits, und von der ganzen inneren und vorderen Fläche der Fibula anderseits, mithin den ganzen Raum zwischen jenen beiden Knochen auf der Hinterseite des Unterschenkels einnehmend. In seinem proximalen Ende ist er mit dem ihn von hinten her völlig deckenden Caput internum des vorigen Muskels verwachsen. — Er verschmälert sich zu einer sehr starken Sehne, die schräg von der Mitte zwischen den Unterschenkelknochen heraus, über den Malleolus int. tibiae kommt, geht in dem vom Os astragali gebildeten Sulcus, dorsal von einem zwischen Tibia und Os calcanei + Os tarsi IV ausgespannten Ligamentum hindurch und theilt sich in zwei gleich starke runde Sehnen. Die tibiale inserirt an der Basis ossis metat. I unmittelbar über der einen Sehne des Caput ext. M. gastrocnemius, während die mehr fibulare dicht daneben zur Basis Metat. II tritt.

Von dem am medialen, hinteren Rande der Tibia liegenden Theile dieses Muskels spaltete sich bei Alligator eine kleine Portion ab,

die sich etwas unterhalb der Tibiamitte wieder auf der Hinterfläche der Tibia verlief (Fig. 42). Ferner erhielt der Muskel noch eine kleine Verstärkung durch ein Bündel, welches fleischig vom fibularen und hinteren Rande des distalen Tibiaviertels entsprang, um sich dann mit der Hauptsehne zu verbinden (Fig. 42).

Zu dieser Masse gehört vielleicht noch folgender, wenn gleich selbständig erscheinender Muskel. Er ist vom Haupttheile, dem M. peroneus posterior und dem Caput ext. des M. flexor longus digitorum und nach der Außenseitte hin vom distalen Theile des M. peroneus anterior völlig eingeschlossen, so dass er äußerlich von keiner Seite her sichtbar ist. Er entspringt fleischig vom distalen Drittel der Hinterfläche der Fibula, schwillt zu dreieckiger Form an und inserirt kurz sehnig an der ganzen proximalen und der Fibula zugekehrten plantaren Fläche des Os calcanei, neben der Insertion des M. peroneus posterior (Fig. 42).

Hatteria. Von der gesammten Hinterfläche der Tibia und in der distalen Hälfte auch von der Fibula entspringend. Die Muskelfasern gehen unter schräg disto-tibialer Richtung in eine starke, breite Sehne über, die dann plantar an den Basen der Ossa metatars. I—III inserirt.

Saurii (Fig. 42, 43). Von der Hinter- und den einander zugekehrten Flächen der Fibula und Tibia bei Monitor und Lacerta. Nur mit wenigen Fasern von der Tibia, sondern nur von der Fibula bei Iguana[1], Hydrosaurus und Cnemidophorus; nur von der Fibula bei Monitor (?), Ophryoessa und Chamaeleon[2]. — Die Ausdehnung seines stets fleischigen Ursprunges umfasste bei Chamaeleon die ganze Innenfläche der distalen drei Viertel der Fibula, nur die distale Hälfte bei Ophryoessa, fast die ganze Länge der Fibula bei Cnemidophorus und Hydro-

---

[1] Mivart, op. cit. giebt Folgendes für Iguana an: »The tibialis posticus is very narrow above and very broad below. It arises from the lower half of the posterior surface of the fibula, and its fibres pass downwards and tibiad. It ends inferiorly in a broad expanded tendon, which is inserted into the posterior process and whole posterior border of the tarsal bone; which fits into the concavity on the under surface of the astragalus.«

[2] Sanders, Liolepis. »Tibialis posticus arises from the distal two thirds of the flexor surface of the fibula, and ends in a broad tendon, which, being closely bound down to the astragalo-calcaneum, following the curves of its surface, is finally inserted into the row of bones in front of that bone. Belonging to this muscle is a muscular slip which goes from the peroneal side of the astragalo-calcaneum to be inserted into the projecting articular process on the flexor surface of the cuboid.«

saurus. Insertion eines kleinen Theiles auf der Plantarfläche des mit der Fibula artikulirenden Os tarsale; seine kurze starke Hauptsehne dagegen liegt in der Furche zwischen dem Os tarsale fibulare und dem Os tarsale tibiale, und inserirt auf der Ventralfläche des letzteren.

Chelonii. Zwischen dem M. flexor longus digitorum und dem M. extensor hallucis proprius eingeschlossen. — Bei Emys nach Bojanus von der Hinterfläche der Fibula; schräg etwas einwärts gegen das Os calcanei hin herabsteigend breitet er sich in eine Aponeurose aus; dieselbe inserirt auf der Plantarfläche der proximalen Dorsalknochen und spaltet sich dann in Sehnen, die sich an der zweiten Tarsalreihe und am Metat. I et II befestigen. — Bei Testudo war dieser Muskel innig mit den ihn umgebenden verwachsen, so dass er fast in dieselben aufgegangen zu sein schien[1].

Innervation. N. ischiadicus, allgemein durch den Stamm II.

Funktion. Plantarflexion des Fußes, zugleich auch schwache Drehung nach innen, bisweilen mit Plantarflexion einiger Zehen verbunden.

23) M. interosseus cruris.

Interosseus cruris. Bojanus, Nr. 120. — Owen. — Hoffmann, Nr. 110.
Zwischenknochen-Muskel des Unterschenkels. Wiedemann. Nr. 73.
Kniekehlmuskel. Meckel, *C.* 13, 268. — *S.* 14, 268. — *Ch.* 8, 262.
Peroneo-tibial. Mivart, *S.*
Fibulo-tibialis superior (s. Popliteus). Fürbringer, *S.*
Fibulo-tibialis inferior. Fürbringer, *S.*

Zwischen Fibula und Tibia mit schräg tibial und distal gerichteter Faserung: er ist der tiefste aller Unterschenkelmuskeln.

Crocodilini Fig. 45). Zwischen den distalen Enden der Fibula und Tibia ausgespannter kleiner Muskel mit fast querem Faserverlauf, der dorsal vom Lig. tib.-fibulare bedeckt wird und als distale Abtrennung vom M. tibialis posticus erscheint[2].

---

[1] Meckel op. cit. »Weiter nach unten als der Kniekehlmuskel geht noch von der unteren Hälfte des Wadenbeins und des Schienbeins ein zweiter Muskel zum Schienbeinrande der Fußwurzel und zur Grundfläche des ersten Mittelfußknochens. Er zieht den Fuß nach unten, innen und hinten.«

[2] Meckel giebt diesen Muskel für Crocodilus als fehlend an.

Hatteria. Zwischen der distalen Hälfte der Tibia und Fibula mit fast querem Verlauf; Richtung disto-tibialwärts, also entgegen dem Ligam. tib.-fib., parallel dem M. extensor hallucis proprius.

Saurii. Etwas proximal vom Lig. tib.-fib. (welches dorsal vom Muskel liegt) von der Tibiafläche der Fibula entspringend, bis herab zum Malleolus; mit kurzen schräg abwärtssteigenden Fasern zur Hinter-Innenfläche der Tibia tretend, dem Malleol. ext. derselben und dem damit artikulirenden Os tarsale[1].

Chelonii (Fig. 30). Bei Testudo dickfleischig von der ganzen der Tibia zugekehrten Fläche der Fibula; die Fasern greifen sogar etwas auf die Vorderfläche der Fibula über. Schräg distalwärts an der ganzen Hinter- und Fibularseite der Tibia inserirend. Am ausgedehntesten ist dieser Muskel bei Chelone, weniger weit distal reicht er herab bei Emys (Meckel).

Innervation. N. ischiadicus, Stamm II.

Funktion. Dreht bei den Schildkröten (da man die Tibia als Achse in Bezug auf die Bewegung annehmen muss) den Fuß im Tibio-tarsal-Gelenke von außen über oben nach innen, wobei die Fibula distalwärts herabgezogen wird und sich auch von außen über vorn nach innen dreht. — Meckel sagt: »Dieser Muskel nähert beide Knochen einander und dreht das Schienbein etwas um seine Achse und um das Wadenbein, so dass die Sohle nach unten gewandt, also Pronation bewirkt wird.« Bei Crocodilus kann er beide Knochen wohl nur wenig einander nähern.

24) M. extensor hallucis proprius.

Strecker der großen Zehe (Extensor hallucis). Wiedemann, *Ch.* Nr. 68. — cf. auch Nr. 76.
Extensor hallucis proprius. Bojanus, Nr. 112. — Owen, *Ch.*
Eigener kurzer Strecker der ersten Zehe. Meckel, *Ch.* 2, 280.

---

[1] Dies ist der von Meckel unter Nr. 14, pag. 268, op. cit. (Meckel's Vorwärtswender am Vorderarme der Säugethiere) beschriebene Theil; er giebt noch einen proximalen (Nr. 13, pag. 268) ab, der besonders stark bei Iguana, zwischen der proximalen Hälfte des Unterschenkelknochens ausgebreitet sein, bei Crocodilus die oberen zwei Drittel einnehmen soll. — Ich finde nur das von Mivart beschriebene Verhältnis »M. peroneo-tibial. A remarkable muscle connects together rather more than the lowest two fifths of the tibia and fibula. Its fibres pass from the posterior surface and tibial border of the last named bone to the peroneal margin and to a very little of the anterior margin of the tibia.«

Kurzer gemeinschaftlicher Zehenstrecker partim. MECKEL, *C+S.* 1, 283 und 2, 284.
Extensor hallucis. HAUGHTON, *C.*
Extensor brevis digitorum, 1st part. MIVART, *S.*
Tibio-metatarsalis dorsalis brevis. FÜRBRINGER, *S.*
Extensor ossis metatarsi hallucis. SANDERS (Platydactylus).
Tarso-digitus I. HOFFMANN, *Ch.* Nr. 104.

Crocodilini (Fig. 38). Mit kurzer, platter, ziemlich starker Sehne vom äußeren, dorsalen Rande der distalen Fibula, wird dann fleischig und breiter, von den vier Endsehnen der vereinigten Mm. tibialis anticus et ext. longus digitorum bedeckt. — Insertion dickfleischig auf der Dorsalfläche der proximalen Hälfte des Os metat. I; ein zweiter oberflächlicher und viel schwächerer Theil verbindet sich mit der zum Os metat. I tretenden Insertionssehne des M. tibialis anticus + ext. long. dig.

Hatteria. Fleischig von der Dorsalfläche der distalen Verbreiterung der Fibula und vom Lig. tib. fib. entspringend und an der Tibialseite des Os metat. und der Phalanx I digiti I inserirend.

Saurii (Fig. 45). Der Muskel erscheint nach Fortnahme der Mm. peroneus anterior et ext. long. digitorum auf der Dorsalfläche des Fußgelenkes; er ist klein, von der Fibula disto-tibialwärts gerichtet. Er entspringt fleischig von der Außen-Vorderfläche der gerade hier sehr verbreiterten Fibula, in Höhe des Lig. tib. fibulare, geht unter dem Endtheile des M. extensor longus digitorum hindurch und kommt an dessen Tibialseite wieder hervor, um dorsal über den kurzen Hebern der I. und II. Zehe fortlaufend, an der Dorsalfläche der distalen Hälfte des Os metat. I sehnig zu inseriren. — Bei Lacerta viridis befand sich die Insertion mehr auf der Basis Ossis metat. II, als des Os metat. I.

Chamaeleon. Der Muskel entspringt von den distalen zwei Dritteln der Vorder- und Innenfläche der Fibula, und zerfällt dabei, im Gegensatze zu den übrigen Sauriern, in 3—4 auf einander folgende, nur durch geringe Zwischenräume von einander getrennte Muskeln. Der proximalste, natürlich zugleich der längste, inserirt zusammen mit dem zweiten, der hauptsächlich von der Vorderfläche des Fibulaendes kommt, dorsal auf der Basis metat. II. Der dritte, kürzeste Theil inserirt an der Bas. metat. IV. Zwischen diesem und dem vorigen befindet sich noch ein undeutliches, viertes Bündel, welches an der Basis metat. IV inserirt.

Chelonii (Fig. 30). Testudo und Emys: Vom distalen Ende der Vorderfläche der Fibula: schräg distalwärts über das Fußgelenk laufend, um sehnig auf der Dorsalfläche der Basis phal. I dig. I zu inseriren[1].

Innervation. Durch die Nn. peronei.

Funktion. Hebung oder Streckung der ersten Zehe, in Verbindung mit Supination des Fußes.

Die kurzen Zehenmuskeln.

A. Dorsal.

Saurii.

I. Oberflächliche Lage (Fig. 45).

25) Nr. II.

Extensor brevis digitorum, 2, 3 and 4th portion. MIVART, *S.*
Fibulo-tarso-digitalis dorsalis. FÜRBRINGER, *S.*
Extensor brevis digitorum. SANDERS, *S.*

Die oberflächlichen Heber der I.—IV. Zehe entspringen zusammen stark sehnig aus dem distalen Theile der Furche auf der Dorsalfläche des Os astragali, dicht vor der Basis metat. II. Dieser gemeinsame Kopf spaltet sich in vier spindelförmige, etwas platte Muskeln, deren für die III. Zehe bestimmter von den beiden Insertionssehnen des M. extensor longus digitorum umfasst wird: die einzelnen Köpfe werden in Höhe der Basen der ersten Phalangen sehnig und inseriren dorsal

α an der Basis phal. I und II, dig. I.
β[2] - - - - II und III, dig. II.

---

[1] HOFFMANN op. cit. beschreibt diesen Muskel anders, allerdings ohne Angabe der untersuchten Gattung. »Entspringt, theilweise von dem vorigen (d. h. unserm M. extensor hallucis proprius et Nr. II) bedeckt, von der Rückenfläche des Os tarsale 1 und Metatarsale I, und inserirt sich an der Endphalanx der ersten Zehe.«

HOFFMANN giebt für seinen M. tarso-digiti I folgende Synonyme:

1) M. extensor hallucis proprius, BOJANUS Nr. 112; dieser Muskel »ab extremo inferiore fibulae, extremo furcato ad utrimque latus primae phalangis hallucis« ist aber deutlich unser M. extensor hallucis proprius.

2) Eigener kurzer Strecker der ersten Zehe. MECKEL, Nr. 2. pag. 280. Dies ist ein Theil unseres M. extensor hallucis proprius.

[2] Von MIVART op. cit. bei Iguana etwas abweichend beschrieben: »It arises

γ an der Basis phal. II, III, IV, dig. III.

δ Die Sehne des vierten Bündels geht (bei Hydrosaurus) auf der Basis der Phalanx I, dig. IV in die breitere Sehne des direkt darunter liegenden tieferen Muskels über.

26) Nr. III.

β = Abductor ossis metatarsi V (?). MIVART.

α) Vom Os calcanei und zwar von dessen distaler Ecke sehnig entspringend; doppelt spindelförmig; mit platter Sehne an der Basis der drei letzten Phalangen digiti IV inserirend.

β) Etwas fibularwärts und tiefer löst sich von 3α ein ebenfalls doppelt spindelförmiger Muskel ab, der an der Basis der drei letzten Phalangen digiti V inserirt.

II. Zweite, tiefere Lage (Fig. 46).

27) Nr. IV.

Abductor hallucis + interossei (partim). MIVART.
Interossei (pt.). FÜRBRINGER, *S.*
Interossei dorsales. SANDERS.

α) Für jede der ersten vier Zehen ist ein platter Muskel vorhanden, der fleischig von der Dorsal- und Seitenfläche des betreffenden Os metatarsale entspringt, und außerdem einen seitlichen Verstärkungstheil von der Fibularfläche der nächst vorhergehenden Zehe (natürlich mit Ausnahme von Zehe I) erhält; daher undeutliche Spaltung der Länge nach in einen mehr oberflächlichen, und in einen tibialen, tieferen Theil. Insertion an den Basen aller Phalangen der Zehen I—IV.

β) Zehe IV erhält noch einen besonderen Muskel; er entspringt mit starker, kurzer Sehne vom disto-dorsalen Rande der Basis metat. V, woselbst er vom fibularen Fortsatze der Basis metat. IV dorsal bedeckt wird. Insertion an der Basis phal. I dig. IV, welche Zehe er seitlich anzieht (Abductio fibularis). — Ein diesem kleinen Muskel entsprechender fehlt der fünften Zehe, oder ist in dem unter Nr. III β beschriebenen Muskel zu suchen.

---

from the fibula below the last (Extensor brevis digitorum. first part, and is similarly inserted into the index digit.«

Crocodilini (Fig. 37, 38).

25) Nr. II.

Mit langer, schmaler Sehne von der Dorsalfläche des Os astragali nahe der Fibula und dem Os calcanei von dem dort befindlichen Vorsprunge. Dieser Kopf theilt sich sehr bald in drei Sehnen. Die tibiale kriecht schräg unter M. Nr. 24 hindurch und tritt dann zwischen den beiden tibialen Endsehnen des M. extensor longus digitorum + M. tibialis anticus, an die Oberfläche und spaltet sich in zwei spindelförmige Muskeln, und zwar:

2 α verbindet sich mit der Endsehne des M. Nr. III und inserirt an der Basis der ersten Phalangen digiti I.

2 β subcutan auf dem Os metat. II langlaufend, dann nach Verbindung mit der Endsehne des M. 4 β an der Basis der ersten Phalangen dig. II inserirend.

Die fibulare Sehne tritt durch die in Fig. 47 abgebildete Nervenschlinge hindurch zur Basis phal. III dig. II, geht ebenfalls in zwei Muskeln über, deren tibialer 2 γ der stärkste ist und zwischen den Endsehnen des Extensor longus digitorum hervorkommend, und nach Verbindung mit der Sehne des M. 4 c an der Basis phal. I dig. III inserirt.

2 δ) Der fibularste Kopf ist sehr schwach, vom vorigen durch die eine Insertion des M. extensor longus getrennt, verbindet sich auf der Mitte des Os metat. I mit dem M. Nr. III.

26) Nr. III.

3 α) Von der Dorsal-Außenfläche des Os calcanei und dem dort befindlichen Theile des starken Querbandes. Erhält tibialseits den eventuell als seine Verstärkung aufzufassenden M. 2 δ; außerdem zwei Verstärkungsbündel von dem tiefer liegenden Muskel 4 δ. — Insertion an den Basen sämmtlicher Phalangen der vier Zehen, theilweise auch schon mit seitlich übergreifenden Sehnenbändchen am Capitul. oss. metat. IV.

Dieser Muskel entspricht für die vierte Zehe dem viertheiligen unter Nr. II beschriebenen Komplexe der drei anderen Zehen.

3 β fehlt, entsprechend der nicht vorhandenen fünften Zehe.

27) No. IV (α—δ).

Die zweite Lage der kurzen Zehenstrecker besteht bei den Crocodilinen aus vier getrennten Muskeln, von denen je einer, nach Verbindung mit dem betreffenden oberflächlichen Muskel Nr. II, an den Basen der Phalanx I digit. I—IV inserirt. Jeder einzelne entspringt von der Dorsalfläche des betreffenden Os metatarsale, verstärkt durch ein von der Fibularfläche der proximalen Hälfte des vorhergehenden Os metat. kommendes Bündel.

Hierzu kommt noch, wegen Innervation und Lage eine zu den dorsalen Fußmuskeln zu rechnende dritte Schicht, die durch stärkere Entwicklung aus den bei den Sauriern erwähnten schrägen Verstärkungsbündeln (interossei dorsales) hervorgegangen und dann zu selbständigen Adductoren der Zehen geworden zu sein scheint.

28) Nr. V (α—γ).

Die drei hierher gehörigen Muskeln entspringen von der Fibularfläche der Ossa metat. I—III, und zwar von der distalen Hälfte des Os metat. I, vom mittleren Drittel des folgenden und vom Collum ossis metat. III, so dass von dem fibularen (V γ) bis zum tibialen (V α) eine Distalwanderung der Ursprünge mit daraus folgender Verkürzung und Schrägerstellung, mithin auch stärkerer Wirkung, der Muskeln ersichtbar ist.

Chelonii (Fig. 30). Über die kurzen Zehenmuskeln der Schildkröten habe ich keine eingehenden Untersuchungen angestellt, ich beschränke mich daher auf die Angabe der von Bojanus bei Emys, von Meckel bei Chelone und Wiedemann bei Testudo gefundenen Verhältnisse.

25) Nr. II.

Court extenseur commun ou pédieux. Cuvier, *Ch.* 562.
Extensor brevis digitorum pedis quatuor. Bojanus, 111 + 111[1].
Kurzer Zehenstrecker + Extensor brevis hallucis. Wiedemann, Nr. 77 + 76.
Tarso-digiti II + IV. Hoffmann, Nr. 103.

Aus fünf Muskelchen bestehend. Nach Bojanus »a dorso ossium tarsi secundi strati, metatarsi atque phalangum primarum. Ad apicem dorsalem phalangis ultimae«.

Die von Bojanus als Mm. interossei digitorum pedis dorsales quatuor aufgeführten schrägen Muskeln gehören wahrscheinlich nicht hierher, sondern zu den plantaren Zehenmuskeln.

Die Schildkröten haben demnach nur eine dorsale Lage kurzer Zehenmuskeln, außer dem der ersten Zehe angehörigen M. 24[1].

B. Plantar.

Saurii. I., oberflächliche, Lage, nur von den Endsehnen des M. gastrocnemius bedeckt: aus 4—5 platten Muskelbündeln bestehend.

29) Nr. VI. I. plantare Schicht (Fig. 43).

Flexor accessorius digitorum. Sanders.

Die drei ersten Muskelchen, Nr. VI α—γ, entspringen kurzsehnig in Höhe der Fußbeuge vom distalen Ende des M. gastrocnemius, indem sie die unmittelbare Fortsetzung des größeren Theiles der Endsehne jenes mächtigen Muskels bilden, mithin in ihrem Ursprunge nirgends mit den Knochen des Fußes in Verbindung stehen.

VI α, der tibialste, inserirt auf der Plantarfläche der Basis phal. I dig. I und schließt, indem seine Insertion sich an den beiden Seitenrändern der Zehe weiter bis zum Nagel erstreckt, die Endsehne des gemeinsamen Zehenbeugers scheidenartig ein.

VI β, inserirt in entsprechender Weise an Zehe II; verbindet sich außerdem mit einer der, der dritten Zehe subcutan aufliegenden, Endsehnen des M. gastrocnemius.

VI γ, inserirt an Zehe III und mit Hilfe der eben erwähnten Sehnen auch an Zehe IV.

Die vierte Zehe erhält nämlich keinen den vorigen genau entsprechenden Muskel, aber unmittelbar nach Abtragung der bisher besprochenen Muskeln erscheint die fünf-gespaltene starke Endsehne des M. flexor longus digitorum. Etwas proximal von der Spaltung in die für die 3. und 4. Zehe bestimmten Sehnen, entspringt nun von der Plantarfläche der noch vereinigten Sehne ein sehr kleines ovales Bündelchen, dessen kurze Sehne sich theilweise mit der des gemeinsamen Beugers verbindet, theils zum Cap. phal. I dig. IV geht. Es ist wohl anzunehmen, dass dieses Muskelchen von der Endsehne des M. gastrocnemius von der Höhe der Fußbeuge

[1] Cuvier, op. cit. pag. 562 sagt: »les doigts du pied des tortues n'ayant pas plus de flexibilité que ceux de leur main, les muscles y sont aussi confus«.

herabgewandert ist, und auf der Plantarfläche der ihm dorsal anliegenden starken Sehnenplatte des M. flexor longus digitorum Halt gewonnen hat; der letzteren selbst kann das Muskelbündelchen ursprünglich nicht angehört haben (Nr. VI δ).

30) Nr. VII. Zweite plantare Schicht (Fig. 43, 44).

Die auf pag. 431 besprochene breite Endsehne des M. flexor longus digitorum hängt mit folgenden sieben, die zweite plantare Schicht der kurzen Zehenmuskeln bildenden Muskeln zusammen, und zwar inseriren die ersten drei an dieser Sehne, während die letzten vier von dieser selben Sehne entspringen.

VII α, β, γ) Auf einander folgend von der Tibialseite der Basis und den proximalen zwei Dritteln des Os metatarsi V entspringend. Nach kurzem, sehr schräg disto-tibialen Verlaufe verbinden sie sich mit der Dorsalfläche der ihnen plantar aufliegenden breiten Endsehne des M. flexor longus digitorum; die drei Muskeln werden daher erst nach Abtragung jener Sehnen sichtbar.

Von diesem Komplexe, und zugleich von der Hauptsehne trennen sich die folgenden vier schmalen und mehr selbständigen Muskeln ab.

VII γ — ξ) Die drei tibialsten inseriren an der Basis der ersten oder zweiten Phalangen der Zehen II—IV, VII η, der fibularste, ebenfalls an Bas. phal. I dig. IV, so dass die vierte Zehe zwei solcher Muskeln erhält.

33) Nr. X. Dritte plantare Schicht (Fig. 43, 44).

Mm. adductores. Sanders.

Nach Fortnahme der gemeinsamen Beugersehne und der eben beschriebenen zweiten plantaren Schicht erscheinen folgende, eine dritte Schicht bildende Zehenbeuger.

X α mit breiter, kurzer Sehne von dem zwischen dem Os cuboideum und der Tibia ausgespannten Bande, und plantar von der Basis metat. I. Insertion kurzsehnig, plantar an der Basis phal. I dig. I.

X β von dem tibialen Knorren der Basis metat. V, zur Fibularseite der Basis phal. I dig. I.

X γ—ε; diese drei Muskeln entspringen mit einem gemeinschaftlichen, schmalen, sehnigen Kopfe zwischen den beiden Knorren der

Basis metat. V. Insertion der sich sehr bald von einander trennenden Muskeln auf der Fibularseite der Basis phal. II digit. II—IV.

Es bleiben nun noch drei inter-metatarsal gelagerte Muskeln übrig. Sie bilden die Muskeln:

34) Nr. XI. Vierte plantare Schicht (Fig. 44).

Mm. Interossei pt. FÜRBRINGER.
Mm. interossei plantares. SANDERS.

XI α—γ) Entspringend von der Tibialseite des proximalen Viertels der Ossa metat. II—IV. Inserirend mit schräg disto-fibularem Verlaufe an der Plantar- und Fibularfläche der distalen Hälfte der Metatarso-phalangeal-Gelenke der Ossa metat. I, II, III.

Crocodilini. Nach Abtragung der Haut erscheinen die breiten Endsehnen des M. gastrocnemius, welche einerseits selbst an den ersten Phalangen der ersten drei Zehen inseriren, anderseits als Stütz- oder Ausgangsfläche für die oberflächlichste plantare Schicht der kurzen Zehenbeuger dienen.

29) Nr. VI. Erste plantare Schicht (Fig. 37, 41).

VI α) Zur Basis phal. I dig. I.

VI β, γ) Zur Basis phal. I dig. II, wobei VI γ zugleich, da dieser Muskel die kurze Endsehne des M. VII β scheidenartig umfasst, und ferner auch an der zweiten Phalange inserirt, sich als ein M. perforatus ausweist.

VI δ) Die Endsehne kriecht unter allen Sehnen der dritten Zehe durch zur Basis phal. II dig. III.

VI ε, ξ) Kurz fleischig und sehnig vom disto-fibularen Theile des Os calcanei, läuft in dem Sulcus der rudimentären fünften Zehe lang, erhält dann seinen Nerven, und theilt sich in zwei spindelförmige Muskeln, deren tibialer (VI ε) zwischen den Sehnen der Muskeln Nr. VII γ und Nr. VI α hindurchlaufend, an der Basis phal. III dig. III inserirt, während der mehr fibulare Muskel VI ξ als M. flexor perforans an allen Gliedern der vierten Zehe inserirt.

30) Nr. VII. Zweite plantare Schicht (Fig. 41).

Aus vier kleinen Muskeln bestehend.

Die beiden tibialen VII α und β bilden die unmittelbare Fortsetzung der absteigenden auf pag. 396 beschriebenen Endsehne des M. flexor tibialis externus.

Die bei Hydrosaurus mit Nr. VII α—$_4$ bezeichneten Muskelchen erscheinen bei Alligator so mit einander verschmolzen, dass nur vier, aber dafür desto längere Muskeln entstanden sind.

Der tibialste, mithin Nr. VII $\alpha + \delta$ entsprechende, wird distal von der Endsehne des Muskels Nr. VI α scheidenförmig umfasst, und inserirt als ein Flexor perforans an der Basis phal. II dig. I.

Der folgende, VII $\beta + \varepsilon$, der außer den oben erwähnten, auch von der dorsal von ihm verlaufenden Endsehne des M. flexor longus digitorum Muskelfasern erhält, durchbohrt die Endsehne des M. Nr. VI γ und inserirt an der Basis phal. I dig. II: mithin ist er ein M. flexor brevis perforans dig. II.

Der dritte, VII $\gamma + \xi$, entspringt zusammen mit dem Kopfe des Muskels VI $\varepsilon + \xi$, zugleich vom lateralen Rande des rudimentären Os digit. V: seine Endsehne durchbohrt die des Muskels VI ε, wird dann zur oberflächlichsten und inserirt, nachdem sie, wie die Sehnen dieser ganzen Schicht überhaupt, durch die Bänderbrücken an den Phalangealgelenken gelaufen, an der Basis phal. IV dig. III.

Hierzu kommt noch ein vierter Muskel, VII $_4$. Er ist doppelspindelförmig, entspringt vom Os calcanei zusammen mit den vorigen und von ihnen plantarwärts bedeckt. Er inserirt an der Basis phal. I dig. IV. Er ist, mit dem betreffenden Muskel von Hydrosaurus verglichen, bei diesem letzteren bedeutend distal gewandert.

31) Nr. VIII. Dritte plantare Schicht (Fig. 41).

Plantarwärts unmittelbar von dem Komplexe Nr. VII bedeckt. Die starke Endsehne des M. flexor longus digitorum bildet, außer dass sie für einige der vorigen Muskeln z. B. sicher Muskel VII $\beta + \varepsilon$ Ursprungsfläche gewährt, die Ursprungssehne für den Komplex Nr. VIII, welcher eine dritte Schicht bildet, und sehr bald in drei gleichmäßige zierliche Muskelchen zerfällt. Dieselben fehlen bei Hydrosaurus, mithin stimmt die dritte plantare Schicht von letzterem nicht mit der dritten Schicht vom Alligator überein.

VIII α. Von Nr. VII $\alpha + \delta$ bedeckt, an der Mitte der Phalanx I dig. I, etwas fibular, plantar inserirend: beugt die erste Zehe plantarwärts und abducirt sie.

VIII β) Von Nr. VII $\beta + \varepsilon$ und VII δ bedeckt; inserirt an der Mitte der Phalanx I dig. III; da außerdem das distale Ende des Muskels fibularwärts um das Metatarso-phalangeal-Gelenk herumgeht, so wirkt der Muskel als Flexor et abductor digiti III.

VIII γ) Von Nr. VII $\alpha + \delta$ bedeckt; inserirt am Collum phal. I dig. IV.

32) Nr. IX.

Von Nr. VIII $\alpha + \beta$ werden noch die folgenden beiden, ebenfalls bei Hydrosaurus nicht vorhandene schmale, doppelt spindelförmige Muskeln bedeckt. Sie entspringen langsehnig von der Fibularseite der zwischen dem Os calcanei und den Basen der ersten drei Metatarsalknochen ausgespannten Ligamente, zugleich theilweise als Fortsetzung der Endsehne des M. tibialis posticus.

IX α vereinigt sich mit den Endsehnen von VIII α, inserirt also an der Phalanx I dig. I.

IX β inserirt mit einer langen, dünnen Sehne kurz vor dem Cap. phal. I dig. II, ebenfalls auf der Plantarfläche.

33) Nr. X. Vierte plantare Schicht (Fig. 37, 42).

Die dieser Schicht angehörigen fünf Muskeln zeigen in ihrem Ursprung und in ihrer Insertion, verglichen mit Hydrosaurus, ein bweichendes Verhalten, indem sie bei letzterm mit Ursprung und Insertion bedeutend weiter distal gerückt sind. Die beiden tibialen entspringen von dem starken Ligamente, welches das Os calcanei mit dem Tarsal- und den Basen der Metatarsalknochen verbindet.

X α inserirt an der plantaren und tibialen Fläche der distalen zwei Drittel des Os metat. I.

X β, den vorigen theilweise bedeckend, kurzsehnig an der Basis phal. I dig. I.

Die beiden fibularwärts folgenden Muskelchen entspringen kurzsehnig vom distalen plantaren Theile des Os tarsale IV und inseriren auf der ganzen Plantarfläche des Os metat. II (X γ) und des Os metat. III (X δ). Der fibularste Muskel (X ε) entspringt dicht neben dem vorigen, hauptsächlich vom disto-plantaren Theile des rudimentären Os digit. V, und inserirt an der ganzen Plantarfläche des Os metat. IV.

34) Nr. XI. Fünfte, intermetatarsale Schicht (Fig. 37, 42).

Von der Tibialseite der Basis et colli metat. II—IV.

XI *α*) Zur Plantar-Fibular-Seite des mittleren Drittels des Os metat. I.

XI *β*) Zum proximalen Drittel des Os metat. II unter Verwachsung mit dem Anfangstheile des Muskels Nr. X *c*.

XI *γ*) Mit kurzer Sehne zum Cap. metat. III und zur Basis phal. I dig. III.

35) Nr. XII.

Endlich bleibt noch ein, Hydrosaurus fehlender, Muskel zu erwähnen, der dem vorigen (oder vielleicht X) angeschlossen werden kann, obgleich er auswärts gewandert ist. Er bildet die seitliche, äußere und oberflächliche Muskulatur der vierten Zehe, entspringt sehnig-fleischig, von der disto-fibularen Fäche des rudimentären Os dig. V und inserirt an der Basis phal. II, und mit einer tieferen Portion an der Basis phal. I dig. IV.

Chelonii.

29) Nr. VI.

Abducteur du doigt interne. Cuvier, 562.
Abductor hallucis. Bojanus, Nr. 113.
Abzieher der innersten Zehe. Wiedemann, Nr. 75.
Metatarso-digitus I. Hoffmann, Nr. 105.

Bei Emys von der Sehne des M. tibialis anticus und von der Dorsalfläche des Os metat. I; inserirt an der Basis phal. I dig. I.

Bei *Chelone* nach Meckel »theils vom unteren Ende des Schienbeins, theils vom Anfange des ersten Mittelfußknochens«. Spaltet sich in zwei Köpfe, »von denen der hintere sich an das erste, der vordere an das zweite Glied setzt«.

Für Testudo tabulata giebt Wiedemann nur den Ursprung vom »vorderen innersten Fußwurzelknochen« an.

30, 31) Nr. VII + VIII.

Court fléchisseur. Cuvier, 564.
Flexores breves digitorum pedis quatuor. Bojanus, Nr. 118.
Kurzer Fußbeuger. Wiedemann, Nr. 72.
Tarso-digiti I—IV. Hoffmann, Nr. 108.

Bei *Chelone* nach Meckel: »mit fünf ganz getrennten Köpfen theils vorn von der unteren Fläche der Fußwurzel, theils von der Sehne der vorigen (d. h. des M. flexor longus digitorum), setzt sich durch die von ihm abgehenden Sehnen an den äußeren Rand der mittleren Zehenglieder und vereinigt sich hier zugleich mit den Sehnen des vorigen Muskels«.

Hierin sind die quatuor lumbricales externi pedis von Bojanus enthalten. »A tendine flexorum digitorum pedis,« (d. h. von dem M. plantaris, Bojanus Nr. 115). »Fissis extremis ad basin primarum phalangum digitorum pedis quatuor priorum; productis, apud secundum, tertium et quartum digitum, intra ligamenta vaginantia tendinum, filamentis ultimis ad secundam usque phalangem.«

34) Nr. XI.

Interossei digitorum pedis plantares. Bojanus, Nr. 123.
Interossei digitorum pedis dorsales quatuor. Bojanus, Nr. 122.

»E plantae tarsi regione, ad basin primarum phalangum hallucis triumque juxta digitorum pedis.«

»A margine interno ossium metatarsi digiti secundi, tertii, quarti, minimi, ad marginem externum ossium metatarsi finitimorum.« Da diese letzteren Muskeln von fibular- nach disto-tibialwärts gerichtet sind, so können sie nicht den bei Sauriern und Krokodilen entgegengesetzt verlaufenden Muskeln entsprechen, sondern sind den bei Alligator unter Nr. XI beschriebenen Muskeln gleichzustellen. — Sie wären dann mit ihren Ursprüngen etwas auf die Dorsalfläche gewandert zu denken, und sind wohl nur aus diesem Grunde von Bojanus Interossei dorsales genannt worden.

II. Ergebnisse.

§ 1.

Über die Veränderungen der Muskeln.

Im dritten Kapitel des ersten Theiles dieser Arbeit sind wir mit zahlreichen Fällen bekannt geworden, in welchen zwischen zwei Muskeln, die bei Betrachtung sehr verschiedener Thiere ganz selbständig und fremd zu einander erschienen, doch durch die Untersuchung mehrerer Familien alle möglichen Variationen und Übergänge gefunden wurden. Es war daher nicht schwer solche ursprünglich so differente Muskeln entweder von einander oder von einer beiden gemeinsamen Muskelmasse abzuleiten. Wir sahen, wie bei einem Thiere neue, bei einem anderen Thiere noch nicht vorhandene, Muskeln entstehen können.

Diese Neubildung, Entstehung mehrerer selbständig zu nennender Muskeln aus einem gegebenen Substrat kann, wenn wir resumiren, auf folgende Weisen vor sich gehen.

I. Fall. Durch Theilung des ursprünglichen Muskels in einen proximalen und einen distalen Abschnitt.

Dieser Vorgang wird gewöhnlich eingeleitet durch Bildung einer Zwischensehne. Hierher gehören als Beispiele die meisten der langen Unterschenkelzehenmuskeln: die kurzen Zehenmuskeln; der M. ilio-tibialis auf der dorsalen und der M. pubi-ischio-tibialis der Saurier auf der ventralen Fläche.

Der M. ilio-tibialis bildet in seinem Ursprungstheile eine mehr oder weniger kontinuirliche Schicht mit der angrenzenden Partie des M. obliquus abdominis externus. Dies erscheint noch deutlich bei Hatteria und in noch höherem Grade bei den Amphibien, z.B. bei Menobranchus und Menopoma, bei welchen letzteren eine Verbindung des Muskels mit dem Iliumkamme kaum vorhanden ist. Bei Ceratodus endlich geht der M. obliquus vollkommen in die dorso-laterale Masse der Schenkelmuskulatur über.

Indem nun bei den Reptilien eine stärkere Entwicklung des Beckens, in unserem Falle des Ilium, nöthig wurde, ergab sich das Festheften der dorso-lateralen Muskelschicht an den Iliumkamm eigentlich ganz von selbst aus mechanischen Gründen. Dies führte zu einer Art von Zwischensehne, und diese endlich zu einer völligen Trennung in einen proximalen Theil, den Obliquus, der nun am

Iliumkamm seine caudale Begrenzung findet, und in einen distalen Theil, den M. ilio-tibialis, der nun typisch vom Ilium entspringt.

Alle Stadien dieser Vorgänge sind bei den Reptilien selbst vorhanden.

Auf der Medianseite des Beckens und Oberschenkels ist auf ähnliche Weise die platte, bei den Sauriern als M. pubi-ischio-tibialis bezeichnete Muskelmasse von der ventralwärts vom Oberschenkel ans Becken tretenden Partie des M. obliquus abdominis ableitbar. Wir sehen hier sogar in dem vom Proc. lateralis pubis zur Symphysis Oss. ischii sich erstreckenden Ligamente noch die ursprüngliche Zwischensehne erhalten. — Bei Hatteria, einzelnen Sauriern und besonders bei einigen der niederen Amphibien, wie z. B. Cryptobranchus, geht der M. obliquus abdominis externus in den proximalen Theil des M. pubi-ischio-tibialis kontinuirlich über.

Die Verhältnisse der Muskeln der Amphibien (siehe Humphry op. cit.) weisen nothwendig darauf hin, dass alle langen Unterschenkel-Zehenmuskeln als die distale, selbständig gewordene Fortsetzung proximaler, d. h. vom Becken oder Rumpfe zum Femur oder zum Unterschenkel gehender Muskeln sind.

In der Nähe des Kniegelenkes wird sich zuerst aus leicht erklärlichen Gründen eine Zwischensehne ausgebildet haben, und dann trat die Theilung ein. Bei den Reptilien ist der Fuß bereits so hoch differenzirt, dass allmähliche Übergänge selten geworden sind; aber es sind deren doch noch genug vorhanden. Dahin gehört unter anderem: Das Fortlaufen der Sehne des M. ambiens über das Knie und ihre Verbindung mit einem Kopfe eines der langen Zehenbeuger bei den Krokodilen, während diese Sehne bei anderen Reptilien auf dem oder oberhalb des Kniegelenkes inserirt. Ferner die lange Sehne, welche vom M. flexor tibialis externus auf der Hinterfläche des Unterschenkels abwärts entsendet wird (ein Verhalten, wie es bei den Amphibien sehr häufig gefunden ist). Endlich das Verhalten mancher der langen Zehenbeuger, indem diese Muskeln bald von den Condylen des Femur allein, bald vom Femur und von den Unterschenkelknochen, bald von letzteren allein entspringen.

Die Gegend der Fußwurzel endlich bietet das schönste Beispiel dafür, dass Muskeln, wenn über ein Gelenk gehend, also einer Kante aufliegen oder im Winkel gebogen werden, leicht in zwei auf einander folgende Muskeln zerfallen können. Einige der planta-

ren langen Zehenbeuger sehen wir fast ohne Änderung das Gelenk passiren, andere dagegen machen theilweise am Gelenk Station oder endlich der ursprünglich das Gelenk passirende Theil inserirt am Calcaneus oder dem Astragalus und lässt den distalen Theil mit seinen Muskelfasern zu einem kurzen Zehenmuskel sich ausbilden.

Alle möglichen Übergänge sind bei den Reptilien nachweisbar. Es mag hier aber hervorgehoben werden, dass das Entspringen der kurzen Zehenmuskeln von den Sehnen langer Beuger bei den Säugethieren die Ausnahme, bei den Amphibien die Regel ist.

II. Fall. Spaltung einer Muskelmasse in Schichten.

Ein Resultat dieser Art Muskelvermehrung ist im Bereiche des Beckens und Oberschenkels die Bildung eines proximalen, tiefen und eines distalen, oberflächlichen, Kegels. — In diesem Falle gehören meistens die obere und die tiefere Schicht den gleichen Nervengebieten an, während, wie wir aus der Tabelle auf pag. 458 ersehen, die als III. Fall zu besprechende Längstheilung die Zahl der den beiden Nervengebieten zugleich angehörigen Muskeln vermindert.

Als Beispiele mögen dienen die Entwicklung der Bauchmuskeln aus der primären Seitenrumpfmuskulatur, wie des Näheren in einer früheren Arbeit (dieses Jahrbuch pag. 57 ff.) nachgewiesen wurde. — Ferner der M. ilio-femoralis, der M. femoro-tibialis und der M. ischio-femoralis.

Der M. ilio-femoralis gehört mit dem M. ilio-tibialis und dem M. femoro-tibialis genetisch zusammen und müssen diese drei einmal eine weniger differenzirte Muskelmasse gebildet haben. — Nach dem was die Fische (siehe v. Davidoff) und besonders Ceratodus, Menobranchus und Cryptobranchus uns zeigen, müssen wir annehmen, dass die in Rede stehende Muskelmasse (Fortsetzung des M. obliquus abdominis) am Rumpfe entsprang und eine lang ausgedehnte Insertion vom distalen Ende der Gliedmaße bis vielleicht an das proximale Ende des Femur hatte.

Kontraktion eines solchen Muskels wirkte auf die ganze Gliedmaße gleichmäßig als Heber. Mit der Ausbildung und Benutzung des Kniegelenkes ging aber auch eine Veränderung der Muskeln Hand in Hand. Zur Streckung des Unterschenkels waren alle die Fasern des Muskels, die vom Rumpfe oder vom Becken zum Femur gingen, unnöthig: zur Seitwärtshebung des Oberschenkels oder ganz besonders zur Rollung und Drehung um seine Längsachse hinwieder waren überflüssig alle distal von den Condylen inserirenden Fasern. So lange die ganze Muskelmasse vereinigt war, wurde also die Beweg-

lichkeit beeinträchtigt und die Bewegung einzelner Theile allein, war unmöglich. Es gab also eine gewisse Schicht oder Partie der ganzen Masse, die überhaupt nicht gebraucht wurde: diese Fasern verkümmerten daher; die proximale Partie, zur Rollung und Hebung des Femur verwendet, verstärkte und koncentrirte sich zu einem dorsalen, proximalen und zugleich tief gelegenen Muskel, zum M. ilio-femoralis. Alles Übrige wurde zum distalen oder oberflächlichen Muskel, dem M. extensor ilio-tibialis.

Behufs höherer Beweglichkeit bildeten sich aus letzteren dann noch mehrere Muskeln, und zwar durch Erstreckung des Ursprunges auf die Ventro-medialseite nach dem Os pubis hin, und durch folgende Längsspaltung entstand ein Muskel, der M. rectus internus femoris der Amphibien, der den Unterschenkel nicht allein streckte, sondern auch (und damit zugleich auch den Oberschenkel) etwas adduciren konnte.

Schließlich, nachdem die Aus- und Einwärtswender entwickelt waren (M. ilio-fibularis; M. pubi-ischio-tibialis; M. pubi-tibialis; M. ambiens), war eine Ausdehnung des M. extensor ilio-tibialis vom Becken zum Caput tibiae nicht mehr nöthig, und der Muskel begann seinen Ursprung weiter distal, nämlich auf das Femur zu verlegen. Bei den Amphibien ist er noch sehr fleischig am Ilium und die direkte Fortsetzung des M. obliquus abdominis, und ein vom Femur zur Tibia gehender Muskel existirt nicht. Bei vielen Sauriern und bei den Krokodilen aber sind in der Nähe des Ilium die muskulösen Elemente reducirt und entspringt der Muskel nur noch mit Hilfe langgezogener Sehnen; seine tiefen Fasern aber bilden einen neuen Muskel, indem sie die letzten zwei Drittel des Femur als Ursprungsfläche benutzen und so einen mächtigen Muskel bilden, der ausschließlich Strecker des Unterschenkels ist (M. femoro-tibialis) und der diese Funktion nunmehr auf die direkteste und am wenigsten verschwenderische Weise vollzieht.

Bei den Vögeln ist die oberflächlichste Schicht (M. glutaeus posterior + tensor-fasciae latae) sehr verdünnt und erreicht die Tibia nur noch mit Hilfe des auf Kosten der ersteren mächtig entwickelten M. femoro-tibialis.

Beim Menschen endlich ist vom M. extensor tibialis wenig mehr übrig geblieben, als so zu sagen die bloße sehnige Hülle, nämlich die Fascia lata s. Tensor vaginae femoris.

III. Fall. Spaltung der Muskeln der Länge nach.

Eine solche Vermehrungsweise hat in der Regel stattgefunden

in solchen Fällen, wo wir einen Muskel, der z. B. beim Thiere *A* vom Crural- und Ischiadicus-Gebiete aus innervirt ist, bei einem anderen Thiere *B* durch zwei Muskeln ersetzt sehen, von denen der vordere dann allein dem Crural- der andere dem Ischiadicus-Gebiet angehört.

Als Beispiele mögen aufgeführt werden: Die Mm. pubi-tibialis, ambiens und rectus femoris internus, die sich vom M. ilio-tibialis losgetrennt haben; für die Masse der Mm. flexores tibiales mit ihrem äußerst variablen Zerfallen in einen internus und externus, die wieder sekundären, noch weniger kontrollirbaren Spaltungen unterworfen sind.

Die meisten der kurzen Zehenmuskeln sind wohl durch distalwärts beginnende Spaltung ursprünglich breiter, platter Muskellagen entstanden. Hierfür spricht, dass häufig die Trennung noch nicht bis an das proximale Ende derselben vorgeschritten ist.

Den M. ilio-femoralis der Urodelen und Reptilien sehen wir bei den Vögeln in vier Muskeln zerfallen (vgl. die Tabelle auf pag. 458) — und zwar ist dabei sowohl Längstheilung als auch Schichtenbildung betheiligt.

Höchst wahrscheinlich ist auch der M. ilio-fibularis nichts weiter als die caudal gelegene dorsale Partie einer ursprünglich vom ganzen Iliumkamme entspringenden und am Knie, d. h. an Tibia und Fibula inserirenden Muskelmasse. Als Ober- und Unterschenkel noch nicht konstant zu einander gebogen waren, war, wie Cryptobranchus und Menobranchus zeigen, eine solche breite dorsale Schicht, die vom Ilium zum proximalen Ende des Oberschenkels ging, wohl denkbar; als aber mit der Nothwendigkeit für das Thier, zu kriechen und zu laufen, erhöhte, komplicirte Vorrichtungen von seinen Gliedmaßen verlangt wurden, vor Allem große Beweglichkeit im Knie, konnte jene einfache Muskellage nicht bestehen bleiben. So wie Ober- und Unterschenkel im Knie in rechtem Winkel zu einander gestellt wurden, unterlag die gesammte dorsale Muskelschicht den Einflüssen veränderter Zugrichtung und trennte sich in einen vorderen Theil, der auf die Tibia als Extensor wirkte (M. ilio-tibialis) und in einen mehr caudalwärts oder direkt dorsal gelegenen Theil (M. ilio-fibularis), der, nachdem der Unterschenkel die Beugestellung einmal angenommen, nicht mehr als Dorsalheber oder Abductor des Schenkels, sondern jetzt als Flexor (eine ihm ursprünglich ganz fremde Funktion) wirken konnte.

IV. Fall. Bildung eines neuen Muskels durch Verwachsung zweier früher einmal getrennter, und gemäß der Innervation nicht zusammengehöriger Muskeln.

Die Gesammtzahl der Muskeln wird durch diesen Vorgang vermindert. Ein Beispiel ist in dem M. glutaeus posterior + tensor fasciae latae der Ratiten (siehe pag. 381) gegeben. Am Fuße haben wir einige Fälle, in denen dorsale und plantare Muskelbündel durch Verwachsung mit einander neue Muskeln gebildet haben.

V. Fall. Veränderung eines Muskels nach Gestalt und Lagerung durch Änderung seines Ursprunges und seiner Insertion, womit häufig Vermehrung oder Verminderung seiner Elemente verbunden ist.

Hierdurch erhält der Muskel häufig ein total neues Aussehen und ist eine Wiedererkennung oft nur durch die zugehörigen Nerven möglich.

Gewöhnlich ist der Ursprung größeren Variationen unterworfen als die Insertion, doch haben wir im M. quadratus lumborum ein Beispiel, wie großen Wanderungen der Insertionstheil eines Muskels fähig ist. — Die äußerst wechselnde Ursprungsweise des M. ambiens wurde in Kap. III besprochen. — Man beachte ferner den M. pubi-ischio-tibialis.

VI. Fall. Ist endlich ein Muskel überflüssig geworden, sei es, dass er unter gewissen konstant gewordenen Stellungen der Glieder nicht mehr wirken konnte, oder sei es, dass die früher von ihm geleistete Arbeit besser von anderen sich dahin modificirenden Muskeln übernommen wurde, oder endlich, weil die betreffende Bewegung überhaupt nicht mehr nöthig geworden ist, so bildet der Muskel sich zurück, indem er entweder mit seinem Rest zur Verstärkung eines benachbarten Muskels beiträgt, oder indem er, ohne eine Spur zurückzulassen, verschwindet.

Beispiele: Der M. pubi-ischio-tibialis und der M. caudi-femoralis, so mächtig bei den Sauriern entwickelt, fehlen den Schildkröten, der erstere auch den Krokodilen, gänzlich.

§ 2.

Über die Eintheilung der Muskeln.

A. Gruppirung der Muskeln nach ihrer Insertion.

I. Es inseriren am Becken:

M. obliquus abdominis externus.
M. quadratus lumborum.
M. rectus abdominis.
M. ilio-caudalis et ischio-caudalis.

II. Es inseriren am Oberschenkel:

M. quadratus lumborum M. ilio-femoralis M. caudi-ilio-femoralis M. caudi-femoralis	dorsale Hälfte	proximaler oder tiefer Kegel.
M. pubi-ischio-femoralis M. ischio-femoralis	ventrale Hälfte	

III. Es inseriren am Unterschenkel.

M. pubi-tibialis M. ambiens M. femoro-tibialis M. ilio-tibialis M. ilio-fibularis	dorsale Hälfte	distaler oder oberflächlicher Kegel.
Mm. flexores-tibiales M. pubi-ischio-tibialis	ventrale Hälfte	

B. Gruppirung der Muskeln nach ihrer Innervation.

I. Ausschließlich zum Gebiete des Plexus cruralis + N. obturator gehörig.

M. obliquus abdominis.
M. quadratus lumborum.
M. pubi-tibialis.
M. ambiens.
M. femoro-tibialis.
M. pubi-ischio-femoralis internus.

II. Ausschließlich zum Gebiete des Plexus ischiadicus und der postsacralen Nerven gehörig.

M. pubi-ischio-femoralis posterior.
M. flexor tibialis externus.
M. ilio-fibularis.
M. caudi-ilio-femoralis.
M. caudi-femoralis.
M. lateralis caudae.

III. Zum Gebiete des Plexus ischiadicus und zugleich zum N. obturator gehörig. (Ventrale Muskeln.)

M. pubi-ischio-tibialis.
M. ischio-femoralis.
M. pubi-ischio-femoralis externus.
M. flexor tibialis internus.

IV. Zum Gebiete des Plexus cruralis und P. ischiadicus gehörig. (Dorsale Muskeln.)

M. ilio-femoralis.
M. ilio-tibialis.

Wir ersehen aus dieser Zusammenstellung, dass wir die mit dem Becken in Verbindung stehenden Muskeln der Reptilien weder nach der Insertion (der Ursprung ist zu großen Änderungen unterworfen und kann daher gar nicht in Betracht kommen), noch nach ihrer Zugehörigkeit zu den beiden Hauptplexus in natürliche Gruppen theilen können.

Die Eintheilung nach der Innervation ist desshalb unpassend, weil eine ganze Anzahl Muskeln zwei Nervengebieten zugleich angehört, und fällt ein solcher Versuch um so weniger befriedigend aus, je niedriger die betreffenden Thiere in der allgemeinen Entwicklungsreihe stehen.

Da ein und derselbe Muskel ferner selbst innerhalb der Ordnung der Saurier einmal dem Cruralplexus, das andere Mal dem Ischiadicusgebiet angehören kann, so darf bei der Vergleichung eines solchen Muskels bei zwei verschiedenen Thiergruppen die Innervation nicht als Hauptleiter benutzt werden. Ein Beispiel bietet der M. ischio-femoralis der Saurier. Bei Ophryoessa und Monitor wird dieser Muskel vom N. obturator und vom Plexus ischiadicus aus innervirt; bei Iguana und Lacerta dagegen nur vom Plexus ischiadicus. Bei den Krokodilen und Schildkröten endlich wird der Muskel nur vom N. obturator aus versorgt. Gesetzt der Fall, wir hätten von der Muskulatur und Innervation solcher Formen wie Ophryoessa und Monitor keine Kenntnis. Wir würden dann — wenn wir die Innervation als Hauptkriterium nehmen — diesen Muskel trotz aller Ähnlichkeit in der Lage, Ursprung und Insertion bei den Krokodilen und bei Iguana für etwas ganz Verschiedenes halten, und doch, wie wir durch Monitor sehen, ist es ein und derselbe Muskel, der nur in so fern kein echtes Homologon (incomplete Homologie nach Fürbringer) bei den einzelnen Thiergruppen ist, als er bei den Krokodilen den Ischiadicustheil, bei Iguana den cruralen Theil nicht entwickelt, oder eingebüßt hat.

Beim Nachspüren der Verwandtschaft der Muskeln unter einander also ist, wie wir soeben und oft im ersten Theile dieser Arbeit gesehen haben, die Innervation vom größten Nutzen und häufig der einzige Fingerzeig. — Der Versuch zu einer Klassifikation der zahlreichen Muskeln der hinteren Gliedmaße wird daher darauf hinauslaufen, ihre gegenseitige Verwandtschaft aufzufinden, sie somit auf weniger, auf typische Formen zu reduciren und endlich auch deren Herkunft nachzuforschen. Dies könnte vielleicht auf embryologischem (ontogenetischem) Wege gelingen, in unserem Falle aber gehen wir phylogenetisch vor. Die Vergleichung der Reptilienmuskeln mit denen der Ratiten und des Menschen zeigte uns, was aus den Muskeln der ersteren hervorgehen kann, die geschwänzten Amphibien mit ihren viel einfacheren Verhältnissen dagegen, woraus sie hervorgegangen sind. Mit anderen Worten, wir sehen so zu sagen Vergangenheit und Zukunft solcher Muskeln.

Die folgende Tabelle ist nun ein Versuch, die Muskeln der in dieser Arbeit besprochenen Regionen erstens in mehrere Gruppen zusammenzustellen und zweitens nachzuweisen, wie sich die Seitenrumpfmuskulatur bei den Urodelen, Reptilien, Vögeln und beim Menschen differenzirt hat.

Die Anuren wurden in der vorliegenden Arbeit absichtlich nicht erwähnt, da einerseits DE MAN ihre Muskulatur und Nerven mit denen der Urodelen ausführlich verglichen hat, anderseits aber die Anuren auch hier so aberrant sind, dass wenigstens ich in ihnen keine Hilfe für die Vergleichung mit den höheren Wirbelthieren fand. — Die Muskulatur der hinteren Gliedmaße der Frösche ist in mancher Beziehung höher differenzirt als die des Menschen.

Die Seitenrumpfmuskulatur der Vertebraten zerfällt in folgende Muskeln.

	Schichten: äußere	Schichten: mittlere	Schichten: innere	Urodelen.	Reptilien.	Vögel.	Mensch.
A. Präsacrale od. eigentliche Rumpfgegend.	+			M. obliquus abdominis externus. (2 Lagen.)			
		+		Intercostale Schicht	Serrati Intercost. externi Quadratus lumborum. Intercost. interni Scalares.	Intercostales externi ? Intercostales interni.	Serrati et Scaleni Quadrat. lumbor. (+ iliopsoas).
			+	Obliqu. internus + Transversus.	Obliquus abdominis internus. Transversus abdominis.		

	Schichten: äußere	mittlere	innere	Urodelen.	Reptilien.	Vögel.	Mensch.
B. Sacrale oder Beckengegend. Lateral oder dorsal.			+	*Ilio-femoralis.*	*Ilio-femoralis.*	Iliac. ext. medius et anterior. *Iliac. ext. posterior.* Glutaeus anterior.	Glutaeus medius et minimus.
	+			*Ilio-tibialis.*	*Ilio-tibialis.* Daraus bei Sauriern Ambiens und Pubi-tibialis.	Ext. ilio-tibialis. (+ Tensor fasciae latae.) Ambiens. Sartorius. *Glutaeus posterior.*	Tensor vaginae femoris. Rectus internus femoris (partim). Sartorius.
		+			Femoro-tibialis.	Femoro-tibialis + rectus fem. int.	Mm. vasti + cruraeus.
	+			Ilio-fibularis.	Ilio-fibularis.	Ilio-fibularis.	Biceps + Glutaeus maximus (pt.)
Medial oder ventral.			+	Pubi-ischio-femoralis-internus.	Pub.-isch.-fem.-int. pars 1 + II. Pub.-isch.-fem.-int. pars III.	Iliacus internus.	Pectineus. Ilio-psoas (?).
			+	*Pubi-ischio-femoralis externus.*	*Pub.-isch.-f. extern.* Pub.-isch.-f. posterior.	Pub.-isch.-fem.(partim.) Obturator.	Obturator externus. Gemelli. Quadratus femoris. Obturator internus.
		+		Ischio-femoralis.	*Ischio-femoralis.*	Pub-isch.-fem.(partim). Ischio-femoralis.	Adductor longus. - brevis. - *magnus.*
	+			Pubi-ischio-tibialis + Pubi-tibialis.	*Pubi-ischio-tibialis.* (Nur bei den Saurii.)		Gracilis.
Caudal.		+	+	Caudali-femoralis.	caudi-femoralis. caudi-ilio-femoralis.	Caudi.-isch.-il-fem.	Pyriformis.
	+			Caudali-pub.-isch.-tib.	Flexor tibialis-externus.	Caudi-ilio-flexorius.	Glutaeus maximus (partim). + Semitendinosus.
	+			Ischio-flexorius.	*Flexor tibialis-internus.*	Ischi-flexorius.	Semimembranosus.

C. Postsacral. Im Bereich des Schwanzes. Siehe die Tabelle auf pag. 374.

Die mit liegender Schrift gedruckten Muskeln sind solche, die nicht wie die übrigen von einem, sondern von zwei verschiedenen Nervengruppen aus innervirt werden.

Aus der Tabelle können wir folgende Schlüsse ziehen:

1) Die Zahl der eigentlichen Becken- und Oberschenkelmuskeln (Abtheilung B.) nimmt von den Urodelen an, bei denen sie 11 beträgt, durch die Reptilien und Vögel zum Menschen hin beträchtlich zu, bei welchen wir resp. 15, 18, 21 Muskeln entwickelt finden. Wie ferner in der Tabelle anzudeuten versucht wurde, ist diese größere Zahl von Muskeln bei den höheren Wirbelthieren nichts als das Resultat einer Spaltung schon vorhandener Muskeln in zwei mit allmählich sich veränderndem Ursprung entsprechend einer neuen von ihnen verlangten Leistung. Mit anderen Worten, das Urodel ist weniger specialisirt als das Reptil und dieses wieder wird übertroffen von den Säugethieren. Es mag trivial erscheinen, diese wohlbekannten Verhältnisse hier zu erwähnen, aber es ist doch interessant, auch in der Muskulatur dieselbe Stufenfolge in der Entwicklung wie bei den anderen Organen eingehalten zu sehen.

2) Die Specialisirung der Muskeln spricht sich auch in dem Verhältnis der von zwei verschiedenen Nervengebieten aus versorgten Muskeln (*b*) zu den übrigen Muskeln *a* aus. Bei den Urodelen haben wir drei Muskeln der Gruppe *b*, bei 11 als Gesammtzahl, also ungefähr 27 %. Bei den Reptilien kann nicht gut ein Durchschnittsverhältnis gefunden werden, da die Krokodile, Saurier, und Schildkröten unter einander zu große Differenzen zeigen. So sind die Zahlen für *b* und *a* bei den Krokodilen 3 und 10: bei Monitor 4 und 11; bei den übrigen Sauriern 3 und 12: bei den Schildkröten 3 und 11. In Procenten resp. 23, 27, 25 und 27.

Eine ganz bestimmte Verminderung solcher der Innervation nach doppelter Muskeln finden wir aber bei den Ratiten, und da bei diesen Vögeln mindestens drei Muskeln mehr als bei den Sauriern entwickelt sind, so folgt, dass das Verhältnis von *a* : *b* bedeutend weniger ungefähr 12 Procente, als bei den Reptilien und Amphibien betragen muss.

Beim Menschen endlich kann eigentlich nur der M. adductor magnus in Betracht kommen, als vom Ischiadicus- und Crural-Plexus aus innervirt, und da beim Menschen ungefähr 20 Muskeln gerechnet werden können, so würde der betreffende Procentsatz nur gleich fünf sein.

3) *Da vorzüglich die Muskeln der Gruppe b es sind, die bei*

der nächst höheren Thierklasse durch Spaltung eine ganze Anzahl neuer Muskeln hervorgehen lassen, so liegt die Vermuthung nahe, dass die Zugehörigkeit eines Muskels zu zwei verschiedenen Plexus einen niederen Zustand repräsentirt. Dies wird bestätigt durch das Verhalten der Muskeln und Nerven bei den Fischen, bei denen nach v. Davidoff's Arbeiten zu urtheilen, nur einige wenige selbständige Muskeln entwickelt sind — die eigentlich nur auf einander liegende Schichten bilden — und meistens von verschiedenen Nervenstämmen zugleich innervirt werden.

§ 3.

Ableitung der Muskeln.

Mit Hilfe der bisher gewonnenen Resultate können wir nun wagen, die einzelnen Muskeln der hinteren Gliedmaße und des Beckens aus der ursprünglichen Seitenrumpfmuskulatur abzuleiten und dabei die Muskeln folgendermaßen zusammenzustellen.

Wir denken uns die Seitenrumpfmuskulatur, so weit sie für die uns interessirenden Muskeln in Betracht kommt, von der Gegend der Rippen an bis zum Ende des Schwanzes sich erstreckend. Sie wird durch den Beckengürtel und die nach außen hervorragende Hinterextremität unterbrochen und dadurch in der Region des Beckens in eine ventrale und eine dorsale Hälfte getheilt[1].

Am Schwanze wird die dorsale Masse durch die Pars ilio-caudalis, die ventrale ausschließlich durch die Pars ischio-caudalis des lateralen Schwanzmuskels angezeigt. Die Muskeln, die aus diesem M. lateralis-caudae schließlich hervorgehen können, sind auf pag. 374 besprochen worden, die der eigentlichen Rumpfgegend in einer früheren Arbeit. Die **dorso-laterale Masse** in der Beckengegend sonderte sich schon frühzeitig der Länge nach in drei primäre Theile, in einen caudalen, mittleren und vorderen. Aus den oberflächlichen

[1] Die Grenzlinie mit Worten festzustellen ist nicht möglich, da sie nur theoretisch ist; jedoch würde am Schwanze eine durch die Processus transversi parallel der Wirbelsäule gelegte horizontale Ebene der Grenze entsprechen. Am Oberschenkel müsste die Ebene durch das Acetabulum und durch die Längsachse des Femur gelegt werden, wobei dann die präaxiale Huxley'sche Partie der ventralen oder medialen, die postaxiale der dorsalen oder lateralen ungefähr entsprechen würde. Praktisch ist die Grenze vorwärts vom Becken durch den M. obliquus abdominis externus angedeutet, da dieser Muskel theilweise lateral (am Ilium), theilweise medial vom Schenkel (am Os pubis) inserirt.

Elementen der caudalen Partie entwickelte sich der M. flexor tibialis externus, aus den tieferen der kurze M. caudi-ilio-femoralis.

Der mittlere Theil bildete den M. ilio-fibularis. Der vordere, ähnlich wie der caudale, sonderte sich in einen proximalen, tieferen Theil: M. ilio-femoralis und in einen oberflächlichen, dem distalen Kegel angehörigen, den M. ilio-tibialis, aus dessen vorderen Elementen sich wieder der M. ambiens, der M. pubi-tibialis und der M. femoro-tibialis ablösten.

Distal vom Kniegelenk werden wir aus der dorso-lateralen Masse vielleicht die Extensorengruppe ableiten können, speciell den M. extensor digitorum longus und den M. tibialis anticus, und die meisten dorsalen kurzen Zehenmuskeln.

Aus dem medio-ventralen Stratum gingen hervor in der Caudalregion der M. caudi-femoralis als tiefster, der M. flexor tibialis internus als oberflächlichster Muskel. Ausschließlich auf der Ventralseite der Ossa pubis et ischii, der superficielle dem distalen Kegel angehörige M. pubi-ischio-tibialis; als Übergang zu den tieferen der proximale M. ischio-femoralis. Die tiefsten proximalen Elemente des ventro-medialen Stratums endlich entwickelten sich zu den als externus, internus et posterior beschriebenen Mm. pubi-ischio-femorales[1].

Im Bereiche des Unterschenkels werden die Flexoren und die plantaren Zehenmuskeln als die distale Fortsetzung der caudalen Partie des medio-ventralen Stratum caudo-pedal muscle Humphry's zu betrachten sein.

---

[1] Von allen in dieser Arbeit behandelten Muskeln machen die Mm. pubi-ischio-femorales die größten Schwierigkeiten. Es ist möglich, dass sie, wenigstens der Externus, nichts als die tiefere selbständig gewordene und stark entwickelte Schicht des ventro-medialen Stratum der Seitenrumpfmuskulatur sind. In wie fern und ob überhaupt der Internus aus dem M. quadratus lumborum abzuleiten ist, vermag ich noch nicht zu entscheiden.

Eine andere, für mich bis jetzt unlösbare Frage ist in folgender Betrachtung enthalten. Wenn der Beckengürtel mit der hinteren Gliedmaße von der Kiemengegend herabgewandert ist, so muss er einstmals dem Visceralskelet zugehörige Muskeln besessen haben. Sind diese Muskeln nun ganz verloren gegangen und durch andere, aus der Seitenrumpfmuskulatur abzuleitende, ersetzt worden, oder sind noch, außer dem M. rectus abdominis (siehe pag. 97 dieses Jahrb.), Reste davon vorhanden?

Erklärung der Abbildungen.

Tafel XVII—XXI.

Für alle Figuren gültige Bezeichnungen.

Die arabischen Zahlen beziehen sich auf die Muskeln und Nerven, und zwar entsprechen die Nummern auf den Tafeln den laufenden Nummern der Muskeln im Texte.

Knochen.

m.post.il. Margo posterior ossis ilei.
ob. Loch im Os pubis, durch welches der Nervus obturator hindurchtritt.
o.il. Os ilei.
o.is. Os ischii.
o.pb. Os pubis.
os cl. Os cloacae.
pr.l.pb. Processus lateralis ossis pubis.
pr.tr. Processus transversus.
sp.ant.il. Spina anterior ossis ilei.
Sy.p. Symphysis ossium pubis.
Sy.is. - - ischii.
tb.is. Tuber ossis ischii.

Plexus.

S bedeutet den Sacralnerv und die danebenstehende römische Zahl die Nummer des Sacralnerven, die er als Spinalnerv in der gesammten Wirbelsäule einnimmt.
Die präsacralen Nervenstämme sind mit kleinen lateinischen, die postsacralen mit kleinen griechischen Buchstaben bezeichnet.
Die kleinen arabischen Zahlen beziehen sich auf die Muskeln.

Muskeln.

amb. M. ambiens.
cd.fm. M. caudi-femoralis.
cd.il.fem. M. caudi-ilio-femoralis.
Ex.il.tb. M. extensor ilio-tibialis.
Fl.tb.ext. M. flexor tibialis externus.
Fl.tb.int. - - - internus.
fm.tb. M. femoro-tibialis.
il.cost. M. ilio-costalis.
il.cd. M. ilio-caudalis.
il.fm. oder *il.f.* M. ilio-femoralis.
il.fib. M. ilio-fibularis.

il.s.cd. M. ilio-sacro-caudalis.
is.cd. M. ischio-caudalis = Pars ischiadica des M. lateralis caudae.
is.fm. M. ischio-femoralis.
obl.ext. M. obliquus externus.
pb.cd. M. pubi-caudalis.
pb.tb. M. pubi-tibialis.
pb.is.tb. M. pubi-ischio-tibialis.
pb.is.fem.ext. M. pubi-ischio-femoralis externus.
pb.is.fem.int. - - - - internus.
pb.is.fem.post. - - - - posterior.
qudr.lb. M. quadratus lumborum.
rect. M. rectus abdominis.
tib.ant. M. tibialis anticus.
transv. M. transversus abdominis.
tr.per. M. transversus perinei.

Die kurzen Zehenmuskeln sind je mit einer römischen Zahl und mit einem kleinen griechischen Buchstaben bezeichnet.

Tafel XVII.

Fig. 1. Alligator mississipiensis. $^1/_1$ nat. Gr. Linke Außenansicht des Beckens. An den schraffirten Stellen artikulirt das Femur.

Fig. 2. Cyclodus Boddaerti. $^1/_1$. Becken von der Ventralseite und etwas von hinten her gesehen. *I* und *II* I. und II. Sacralwirbel. *Vert. caud. I* erster Schwanzwirbel.

Fig. 3. Cyclodus Boddaerti. $^1/_1$. Becken, linke Außenansicht. Die Linie *L* deutet die Richtung der Wirbelsäule an; daraus ist die Lage und Stellung des gesammten Beckens ersichtlich.

Fig. 4. Hatteria punctata. $^1/_1$. Linke Außenansicht; die Beckenknochen der rechten Hälfte schwach angedeutet.

Fig. 5. Hatteria punctata. $^1/_1$. Ventralansicht des Beckens.

Fig. 6. Chamaeleon vulgaris. $^1/_1$. Becken, links von außen. *L* »iliac axis« (Huxley).

Fig. 7. Iguana delicatissima. $^1/_1$. Becken, links von außen. Die Ossa pubis et ischii in der Mittellinie durch einen sehnigen Strang verbunden. Am hinteren, ventralen Ende der Symphysis ossium pubis das Os cloacae.

Fig. 8. Gecko verus. $^1/_1$. Das Becken schräg von der Ventralseite gesehen; rechte Hälfte nur schwach angedeutet. Auf der linken Seite ist der 28. und 29. Wirbel mit dem Os ilei verbunden, auf der rechten dagegen der 27. und 28. Wirbel. — Original in der Sammlung des Royal College of Surgeons zu London, sub No. 663 A.

Fig. 9. Testudo microphyes. $^1/_4$. Becken von vorn und innen gesehen. *S. Vert. cost.* die schwachen Sacralrippen. Die Ossa pubis et ischii sind in der Mittellinie eng verwachsen.

Fig. 10. Ameiva vulgaris. $^1/_1$. Becken links von außen. *V. XXVII* und *XXVIII* die beiden Sacralrippen. Der Raum zwischen dem lan-

gen Processus lateralis pubis und dem vorderen Ende des Os pubis ist durch eine ligamentöse Masse ausgefüllt.

Fig. 11. Rhamphostoma gangeticum. $^1/_3$. Hinteransicht des ersten Schwanzwirbels. *d* Processus spinosus dorsalis; *z* Zeugapophysis; *t* Processus transversus; *y* der sogenannte Y-förmige Knochen.

Fig. 12. Chamaeleon bifurcatus. $^1/_1$. Hinteransicht des 5. Schwanzwirbels. Die beiden Processus transversi stark ventralwärts gebogen. Ein ganz ähnliches Verhalten zeigt Chamaeleon vulgaris.

Fig. 13. Trionyx Bilsoni. $^1/_1$. Hinteransicht eines der mittleren Schwanzwirbel.

Fig. 14. Allig. miss. $^1/_1$. Plexus cruralis und Pl. ischiadicus der linken Seite. Die Nervenäste sind bis zu ihrem Eintritt in die Muskeln gezeichnet. Sacralnerv ($S = XXVI$) ist der 26. Spinalnerv. Der Plexus cruralis wird zusammengesetzt aus den praesacralen Stämmen *a*, *b* und *c*, — *b* und *c* sind aber nicht vollständig daran betheiligt. Der Nervus obturator wird aus zwei Ästen der Stämme *a* und *b* gebildet; nach seinem Austritte durch das Foramen obturatum ist der N. obt. dunkel gezeichnet.

Fig. 15. Crocodilus acutus. $^1/_1$. juv. Plexus der linken Seite.

Fig. 16. Hydrosaurus marmoratus. $^1/_1$. Plexus der rechten Seite.

Fig. 17*a*. Monitor indicus. $^1/_1$. Plexus der rechten Seite. Der Plexus cruralis ($b + c$) ist mit dem Pl. ischiadicus $\left(a + S + \frac{a}{3}\right)$ nicht innerhalb des Beckens durch einen Ramus communicans verbunden; dafür ist aber eine Verbindung zwischen *b* und *a* außerhalb der Beckenknochen hergestellt.

Fig. 17*b*. Monitor indicus. Der Stamm *b* des Plexus cruralis vergrößert.

Fig. 18. Cyclodus Boddaerti. $^1/_1$. Plexus der rechten Seite.

Fig. 19. Hatteria punctata. $^1/_1$.

Tafel XVIII.

Fig. 20. Iguana tuberculata juv. $^2/_1$. Becken-Plexus; rechte Seite, ventral.

Fig. 21. Ptyodactylus. $^2/_1$.

Fig. 22. Lacerta viridis. $^1/_1$.

Fig. 23. Lacerta stirpium. $^2/_1$.

Fig. 24. Ophryoessa superciliosa. $^1/_1$.

Fig. 25. Phrynosoma cornutum. $^1/_1$.

Fig. 26. Polychrus marmoratus. $^1/_1$.

Fig. 27. Chamaeleon vulgaris. $^1/_1$.

Fig. 28. Cnemidophorus. $^2/_1$.

Fig. 29. Testudo tabulata. $^1/_1$.

Fig. 30. Testudo tabulata. $^1/_1$. Muskeln und Nerven des Beckens und der rechten hinteren Extremität, nach Fortnahme des Plastron und des größten Theiles des Rückenschildes der rechten Seite. Die Bauchmuskeln sind abgetragen. $^1/_1$. *V. XIV* Vertebra XIV; *lb. cd.* M. lumbo-caudalis; *retr. pen.* M. retractor penis; *lv. cd.* M. levator caudae; *il. s. cd.* M. ilio-sacro-caudalis; *abd.* Nerven für die Bauchmuskeln.

Fig. 31. Testudo tabulata. 1/1. Muskeln der Hinterextremität nach Abtragung der Bauchmuskeln und des Plastron. *L.ph.is.* Ligamentum pubi-ischiadicum.

Tafel XIX.

Fig. 32. Alligator missis. 1/3 nat. Gr. Links, ventral.

Fig. 33. - - 1/3. Innenansicht der Beckenregion, linke Seite. Die Ossa pubis et ischii und die Wirbelsäule sind in der Medianlinie durchschnitten. *XXVIII* 28. Wirbel; rechts daneben 2 Y-Knochen.

Fig. 34. Alligator missis. 1/2. Außenansicht, linke Seite. Die oberflächlichen Muskeln sind nahe an ihrem Ursprung und ihrer Insertion durchgeschnitten; eben so ist der größte Theil des M. ilio-caudalis fortgenommen. Die beiden punktirten Linien auf dem Knie deuten den Verlauf der Sehne des M. ambiens an.

Fig. 35. Hydrosaurus marmoratus. 1/1. Rechts, von außen, nach Durchschneidung der Mm. ilio-fibularis et flexor tibialis externus. *y* lange Sehne des M. caudi-ilio-femoralis; β—ε Aftermuskeln.

Fig. 36. Hydrosaurus marmoratus. 1/1. Innenansicht der rechten Beckenhälfte etc. Die Ossa pubis et ischii in der Symphyse durchschnitten. Ilio-sacral-Verbindung exartikulirt. *tr.per.* M. transversus perinei; α—γ Aftermuskeln.

Tafel XX.

Fig. 37. Allig. missis. 3/5. Linke Hinterextremität, lateral; Fuß in Pronation, daher dorsal gesehen. *lg.t.f.* Ligamentum tibio-fibulare.

Fig. 38. Allig. missis. 3/5. Muskeln auf der Dorsalfläche des Unterschenkels und Fußes, nach Abtragung der Haut.

Fig. 39. Hatteria punctata. 1/1. Rechte Seite, latero-dorsal gesehen; nach Durchschneidung der Mm. extensor ilio-tibialis, ilio-fibularis und ilio-caudalis. *pr.tr.* Processus transversus; *y* lange Sehne des M. ilio-caudi-femoralis.

Fig. 40. Hatteria punctata. 1/1. Ventralansicht. Aus dem M. pubi-ischio-tibialis, dem M. flexor tibialis internus und aus dem M. rectus abdominis ist je ein großes Stück herausgeschnitten. *cd.fm.* Endsehne des M. caudi-femoralis.

Tafel XXI.

Fig. 41. Alligator missis. 1/3. Linkes Bein halb von hinten und von innen gesehen. Die plantare Zehenmuskulatur in situ nach Abtragung des M. gastrocnemius und der mit dessen Endsehne zusammenhängenden Muskeln.

Fig. 42. Alligator missis. 1/3. Die tiefsten Muskeln auf der Plantarfläche des linken Hinterfußes.

Fig. 43. Hydrosaurus giganteus. 1/1. Oberflächliche Muskeln der Plantarfläche des rechten Hinterfußes.

Fig. 44. Hydrosaurus giganteus. 1/1. Die plantaren kurzen Zehenmuskeln des rechten Fußes, nach Abtragung der Sehne des Flexor longus und der damit zusammenhängenden Muskeln.

Fig. 45. Hydrosaurus giganteus. 1/1. Die oberflächlichen dorsalen kurzen Zehenmuskeln. Der M. 24 ist durchschnitten. Sämmtliche lange Zehenmuskeln sind abgetragen.

Fig. 46. Hydrosaurus giganteus. 1/1. Dasselbe nach Abtragung der obersten Lage der kurzen Zehenmuskeln.

Fig. 47. Alligator missis. Stamm IV des Nervus ischiadicus des linken Fußes. Der Nervus peroneus profundus et superior in Höhe der Kniekehle abgeschnitten.

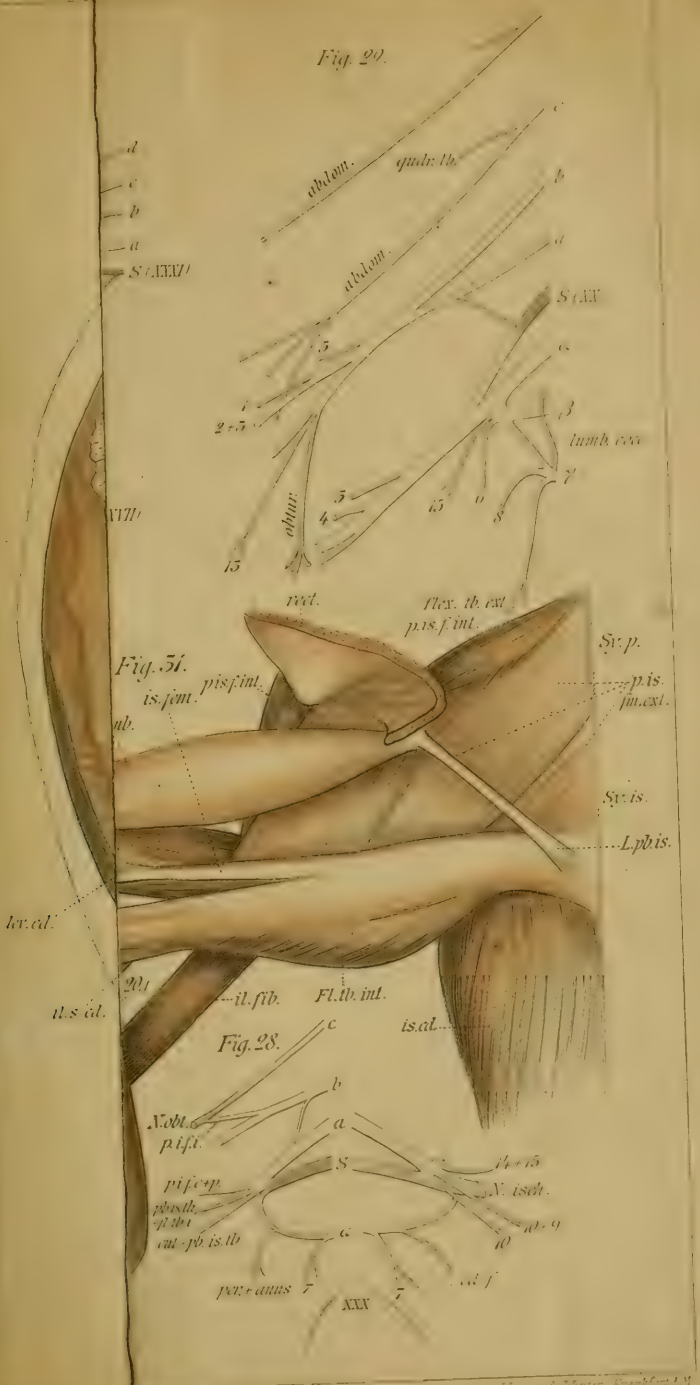
Fig. 48. Cyclodus Boddaerti. Die Muskeln des Beckens, ventral, nach Abtragung der Haut (halbschematisch).

Fig. 49. Cyclodus Boddaerti. Die Muskeln der Analregion. Der M. iliocaudalis, mit seinen metameren Inskriptionen ist durchsichtig gezeichnet.

Fig. 50. Allig. missis. Die Endsehnen des M. flexor tibialis in ihrem Verhältnis zum M. gastrocnemius. Rechtes Bein, Innenansicht.

Berichtigung.

In einer früheren Arbeit (dieses Jahrbuch, Band VII, pag. 60) steht bei Eintheilung der Rumpfmuskeln: A. Beckenmuskeln; dies muss selbstverständlich Rückenmuskeln heißen.



Lith. Anst. v. Werner & Winter. Frankfurt a/M.

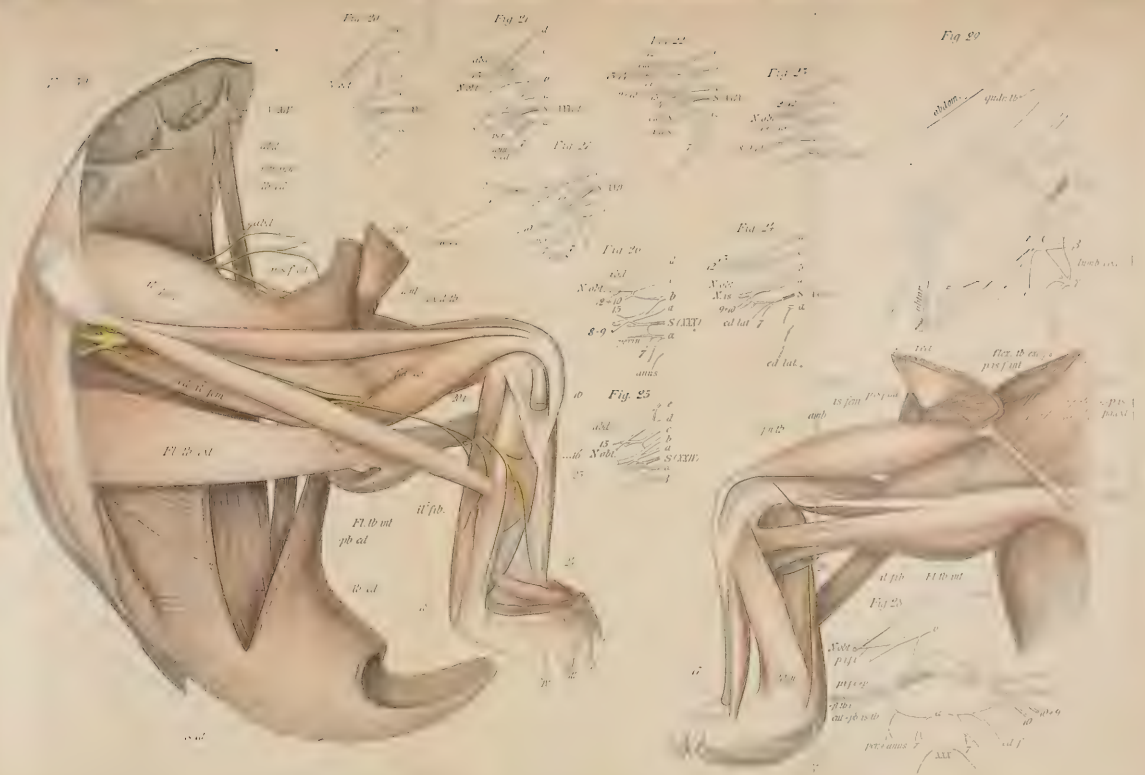
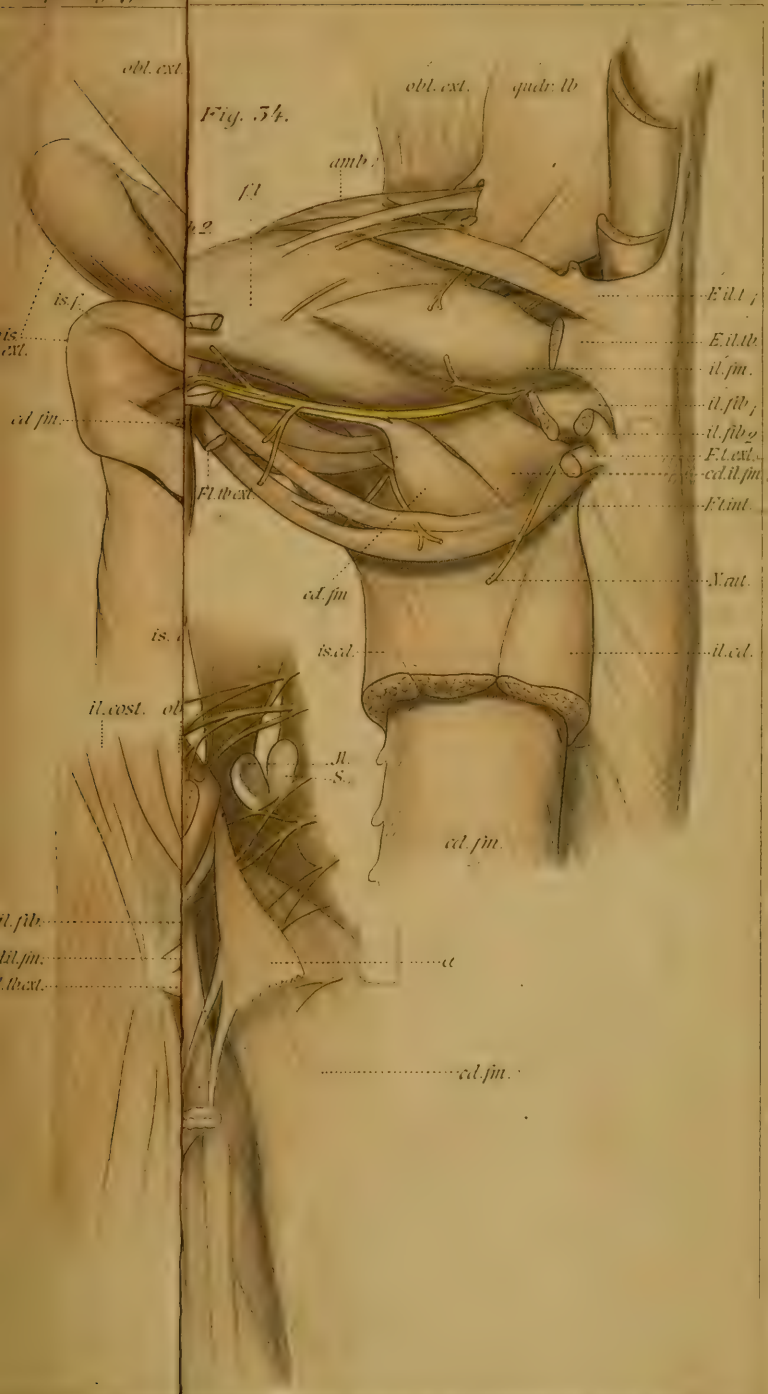


Fig. 20
Fig. 21
Fig. 22
Fig. 23
Fig. 24
Fig. 25
Fig. 26
Fig. 27
Fl. lb ext
Fl. lb int
pb cd
il fib
ad il fem
Fl. 2b ext
ad fib
ad tib
ad fem
ad lat
ad bic
N. obt.
N. ischiad.
N. cruralis
N. saphenus
N. glut. sup.
N. glut. inf.
N. pud.
N. ischiad. pars tib.
N. ischiad. pars fib.
N. cut. fem. post.
N. cut. fem. lat.
N. cut. fem. med.
N. obturat. pars pelv.
N. obturat. pars abd.
N. obturat. pars ext.
N. obturat. pars int.
N. obturat. pars prof.
N. obturat. pars cut.
N. obturat. pars musc.
N. obturat. pars art.
N. obturat. pars ant.
N. obturat. pars post.
N. obturat. pars sup.
N. obturat. pars inf.
N. obturat. pars lat.
N. obturat. pars med.
N. obturat. pars dors.
N. obturat. pars vent.
N. obturat. pars ext. lat.
N. obturat. pars ext. med.
N. obturat. pars int. lat.
N. obturat. pars int. med.
N. obturat. pars prof. lat.
N. obturat. pars prof. med.
N. obturat. pars cut. lat.
N. obturat. pars cut. med.
N. obturat. pars musc. lat.
N. obturat. pars musc. med.
N. obturat. pars art. lat.
N. obturat. pars art. med.
N. obturat. pars ant. lat.
N. obturat. pars ant. med.
N. obturat. pars post. lat.
N. obturat. pars post. med.
N. obturat. pars sup. lat.
N. obturat. pars sup. med.
N. obturat. pars inf. lat.
N. obturat. pars inf. med.
N. obturat. pars dors. lat.
N. obturat. pars dors. med.
N. obturat. pars vent. lat.
N. obturat. pars vent. med.
N. obturat. pars ext. lat. med.
N. obturat. pars int. lat. med.
N. obturat. pars prof. lat. med.
N. obturat. pars cut. lat. med.
N. obturat. pars musc. lat. med.
N. obturat. pars art. lat. med.
N. obturat. pars ant. lat. med.
N. obturat. pars post. lat. med.
N. obturat. pars sup. lat. med.
N. obturat. pars inf. lat. med.
N. obturat. pars dors. lat. med.
N. obturat. pars vent. lat. med.



Lith. v. Werner & Winter, Frankfurt a. M.

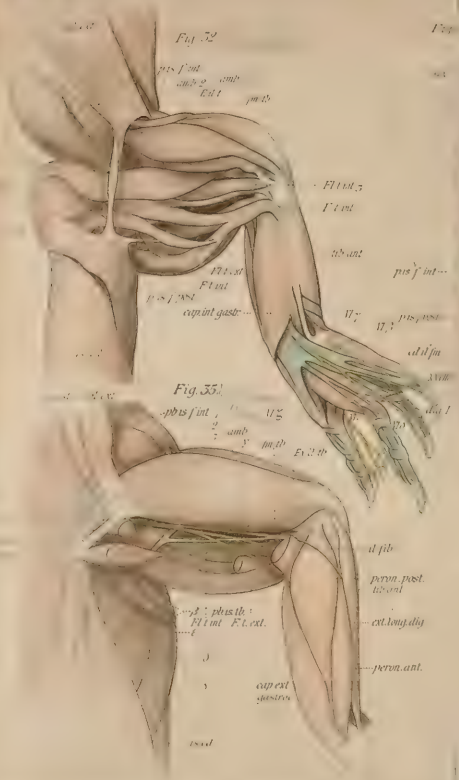


Fig. 32
pris f int
amb
Flt
pmtb
Flt ext
Flt int
tib ant
pris f ext
Ft int
pris f int
Ft ext
pris f ext
capint gastr
Vg
pris post
cd d fm
Fig. 33
pris f int
amb
pmtb
Ext tib
d fib
peron post
tib ant
ext long dig
pris tb
Flt int
Flt ext
peron ant
cap ext
gastroc
tsol

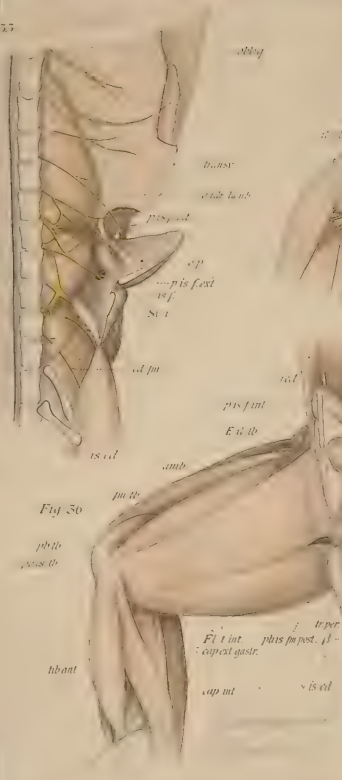


Fig. 35
obliq
tr sacr
crist ilac
pris post
cap
pris f ext
Sol
cd fm
is cd
Fig. 36
pris f int
Ext tib
amb
pmtb
ptbtb
peris tb
Flt int
pbis fm post
cap ext gastr
tib ant
cap int
is cd
tr per

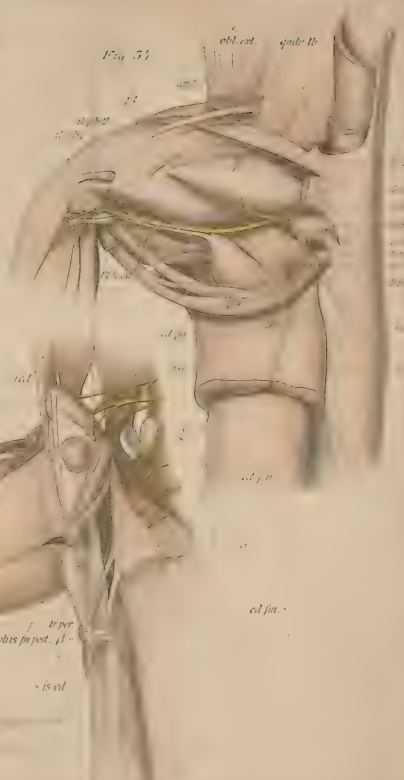
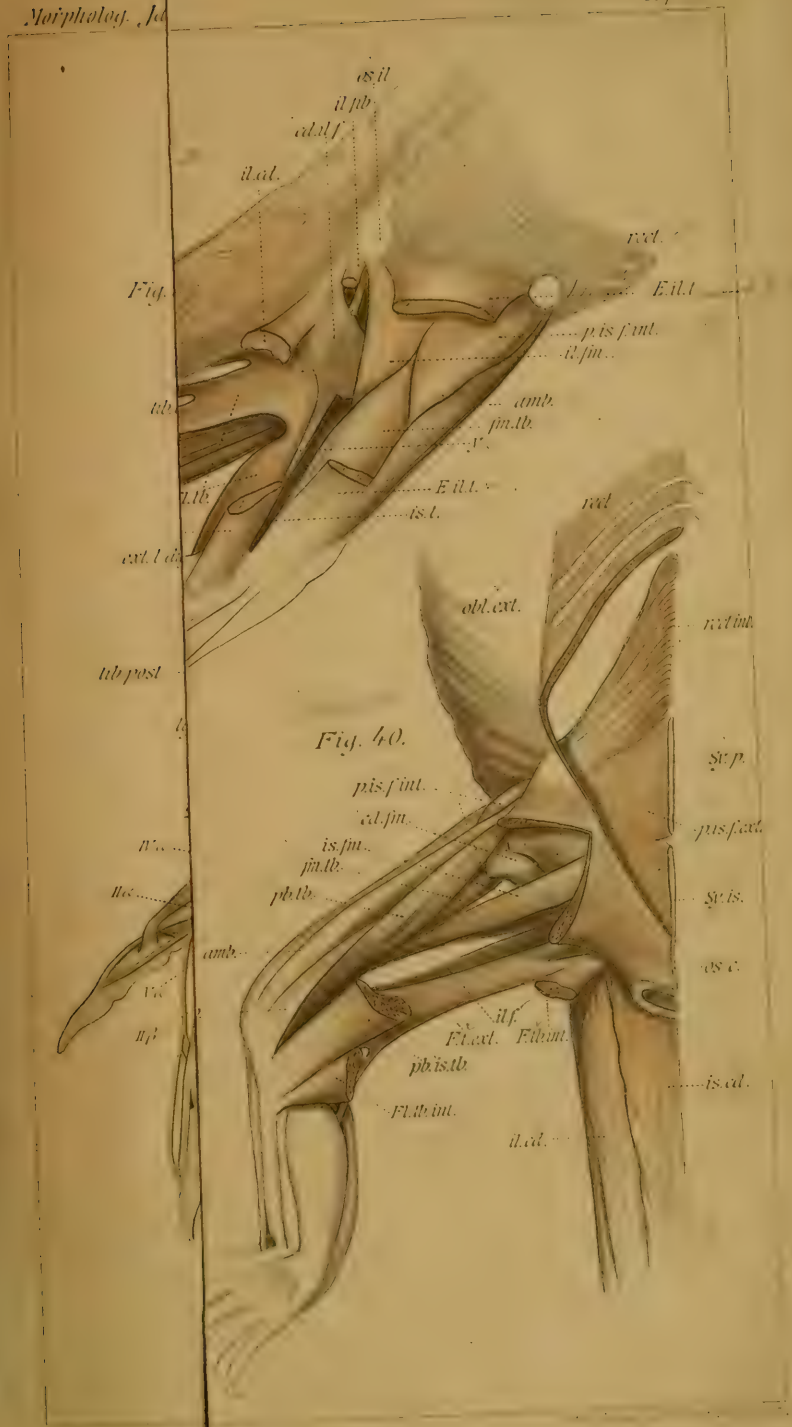


Fig. 34
vbl ext
qndr tb
cd fm
cd fm


os.il
il.pb
cd.il.f
il.cd.
rect.
Fig.
E.il.t
p.is.f.int.
il.fm.
amb.
fm.tb.
E.il.t.
is.t.
ext.l.d
tib.post
rect
obl.ext.
rect.int.
Fig. 40.
Sy.p.
p.is.f.int.
cd.fm.
is.fm.
fm.tb.
pb.tb.
p.is.f.ext.
Sy.is.
amb.
os.c.
il.f.
F.t.ext.
F.tb.int.
pb.is.tb.
is.cd.
Fl.tb.int.
il.cd.

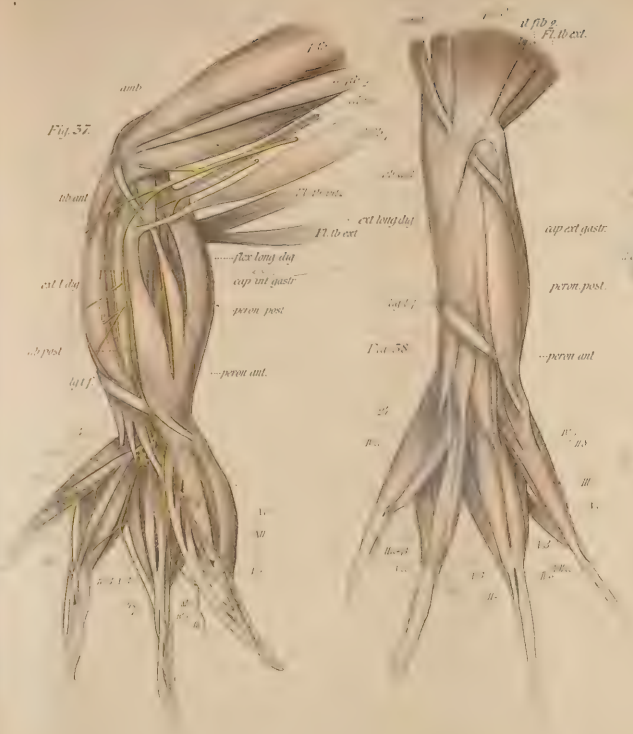
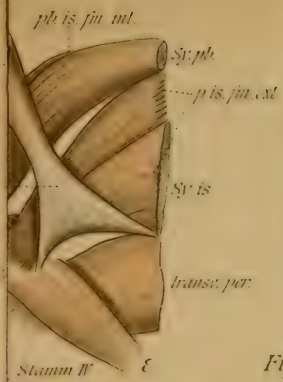


Fig. 37.
amb
tibant
ext l.dig
..b post
lgt l.f
flex long.dig
cap int gastr
peron post
peron ant
Fig. 38.
ext long.dig
cap ext gastr
peron post
peron ant
Fig. 39.
Fig. 40.
pis f.int
ext pn
is pn
pb l.b
pb l.b
Fl.th ant



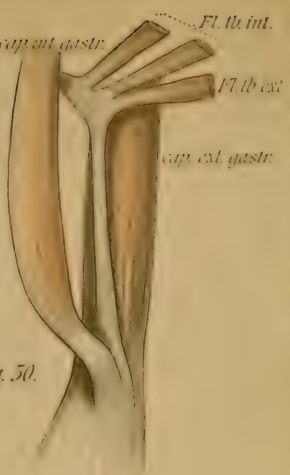
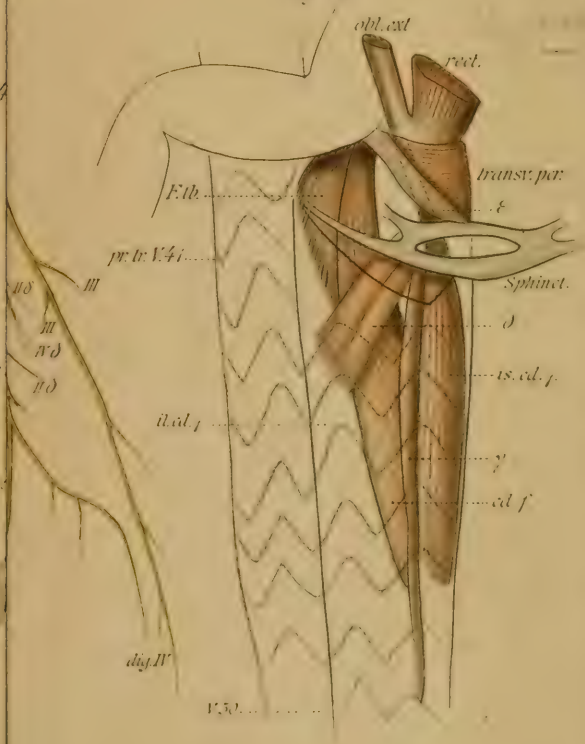


Fig. 50.

Fig. 49.



Lith. v. Werner & Winter, Frankf. a/M.

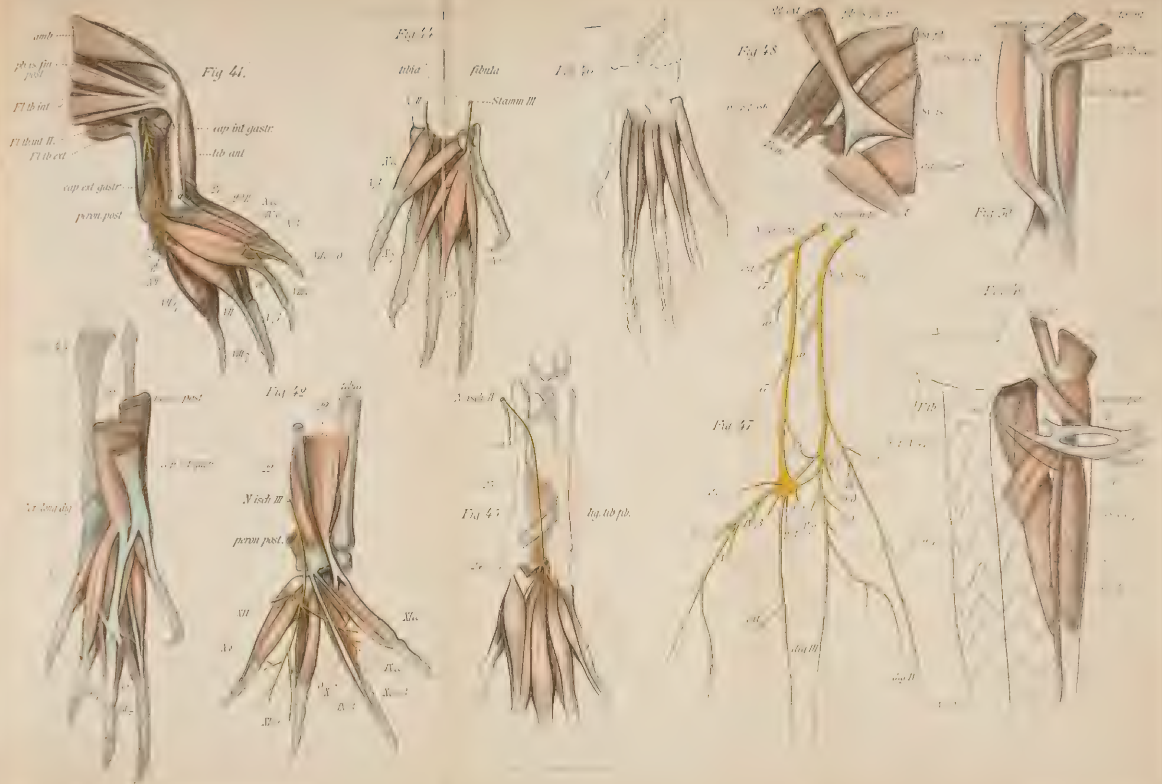


Fig 41.
amb
Fl tib int
Fl tib int II.
Fl tib ext
cap int gastr.
tib ant
cap ext gastr.
peron. post
Fig 44
tibia
fibula
Stamm III
Fig 48
Fig 50
Fig 42
tibia
N isch III
peron. post.
Fig 45
lig. tib fib.
Fig 47
dig III
dig II

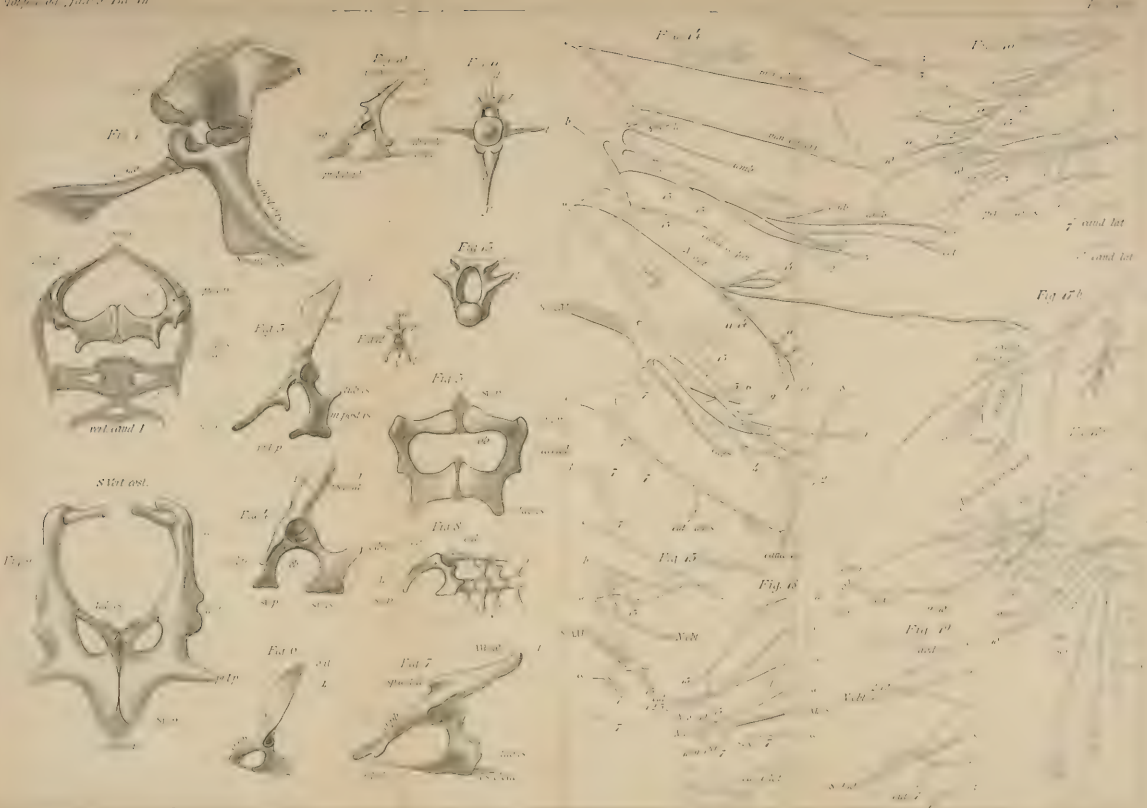
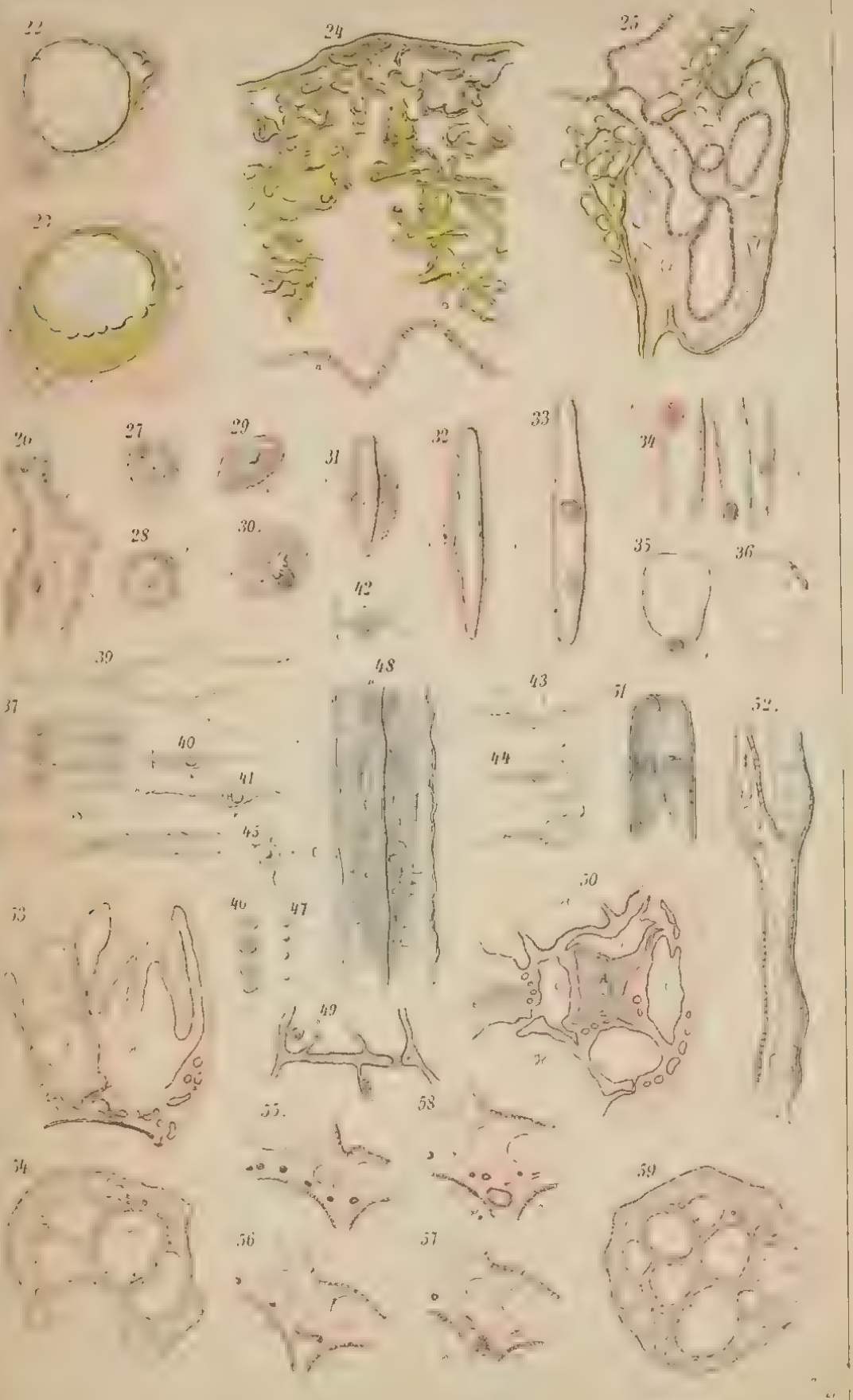


Fig. 1
Fig. 2
Fig. 3
Fig. 4
Fig. 5
Fig. 6
Fig. 7
Fig. 8
Fig. 9
Fig. 10
Fig. 11
Fig. 12
Fig. 13
Fig. 14
Fig. 15
Fig. 16
Fig. 17
Fig. 17b
Fig. 18
Fig. 19
8 Vert ost.
vol. caud I
vol. caud II
vol. caud III
vol. caud IV
vol. caud V
vol. caud VI
vol. caud VII
vol. caud VIII
vol. caud IX
vol. caud X
vol. caud XI
vol. caud XII
vol. caud XIII
vol. caud XIV
vol. caud XV
vol. caud XVI
vol. caud XVII
vol. caud XVIII
vol. caud XIX
vol. caud XX
vol. caud XXI
vol. caud XXII
vol. caud XXIII
vol. caud XXIV
vol. caud XXV
vol. caud XXVI
vol. caud XXVII
vol. caud XXVIII
vol. caud XXIX
vol. caud XXX
vol. caud XXXI
vol. caud XXXII
vol. caud XXXIII
vol. caud XXXIV
vol. caud XXXV
vol. caud XXXVI
vol. caud XXXVII
vol. caud XXXVIII
vol. caud XXXIX
vol. caud XL
vol. caud XLI
vol. caud XLII
vol. caud XLIII
vol. caud XLIV
vol. caud XLV
vol. caud XLVI
vol. caud XLVII
vol. caud XLVIII
vol. caud XLIX
vol. caud L
vol. caud LI
vol. caud LII
vol. caud LIII
vol. caud LIV
vol. caud LV
vol. caud LVI
vol. caud LVII
vol. caud LVIII
vol. caud LIX
vol. caud LX
vol. caud LXI
vol. caud LXII
vol. caud LXIII
vol. caud LXIV
vol. caud LXV
vol. caud LXVI
vol. caud LXVII
vol. caud LXVIII
vol. caud LXIX
vol. caud LXX
vol. caud LXXI
vol. caud LXXII
vol. caud LXXIII
vol. caud LXXIV
vol. caud LXXV
vol. caud LXXVI
vol. caud LXXVII
vol. caud LXXVIII
vol. caud LXXIX
vol. caud LXXX
vol. caud LXXXI
vol. caud LXXXII
vol. caud LXXXIII
vol. caud LXXXIV
vol. caud LXXXV
vol. caud LXXXVI
vol. caud LXXXVII
vol. caud LXXXVIII
vol. caud LXXXIX
vol. caud XC
vol. caud XCI
vol. caud XCII
vol. caud XCIII
vol. caud XCIV
vol. caud XCV
vol. caud XCVI
vol. caud XCVII
vol. caud XCVIII
vol. caud XCIX
vol. caud C


22
23
24
25
26
27
28
29
30
31
32
33
34
35
36
37
39
40
41
42
43
44
45
46
47
48
49
50
51
52
53
54
55
56
57
58
59

Anatomie der Clavularia prolifera n. sp.

nebst einigen vergleichenden Bemerkungen.

Von

G. v. Koch.

Mit Tafel XXII u. XXIII.

Die unter den vorstehenden Namen unten beschriebene Kolonie einer Cornularide erhielt ich durch SALMIN in Hamburg als »Clavularia Riisei« mit der Vaterlands-Angabe: »Golf von Siam« und der Bemerkung: Professor v. KÖLLIKER habe Art und Gattung bestimmt, zugesandt. Nach der kurzen Diagnose dieser Species von DUCHASSAING und MICHELOTTI [1], wäre diese Bestimmung möglicherweise richtig, obgleich die angegebenen Maße nicht stimmen, auch eine Abplattung des Stammes der Büsche beim Trocknen derselben hier nicht stattfindet. Dagegen spricht gegen diese Bestimmung ganz ausdrücklich der Umstand, dass KÖLLIKER, der die Original-Exemplare der Cl. Riisei selbst untersucht und die Spicula derselben in seinen Icones histiolog. [2] genau beschrieben und abgebildet hat, gar nichts von Hornscheiden erwähnt, während ihm dieselben bei der mir vorliegenden Form doch kaum entgangen sein könnten. Ich halte desshalb diese letztere für eine von der Cl.

[1] Diese lautet wörtlich: »Les tiges de cette espèce sont égales, presque arrondies dans les individus vivants; elles sont larges d'environ 5 millimètres, et aplaties lorsqu'elles sont desséchées, leurs stries sont longitudinales: les cellules sont éloignées les unes des autres les bords son ciselés: leur couleur est d'un rouge cendré. St. Thomas. (Mémoire sur les Coralliaires des Antilles par P. DUCHASSAING et G. MICHELOTTI. Turin 1860. pag. 35.)

[2] KÖLLIKER, Icones histiologicae. II. Abtheilung. 1. Heft. pag. 131. T. XIX Fig. 24.

Riisei verschiedene, wenn auch vielleicht äußerlich ähnliche[1] Art, der ich den Namen Clavularia prolifera gebe.

Beschreibung.

Die auf der Schale eines Malleus (mit Thier) festsitzende Kolonie besteht aus einer großen Zahl von Einzelpersonen und Büschen, welche durch basale Stolonen vielfach mit einander in Verbindung stehen. — Die Einzelpersonen haben ganz den Habitus anderer Clavularien, sind von nahezu cylindrischer Form, im eingezogenen Zustand 2—7 mm lang und ungefähr 1,5 mm dick, die acht Längsfurchen, welche sonst für die Gattung Clavularia charakteristisch sind, werden hier nur am oralen Ende deutlich. — Die Büsche erscheinen als verlängerte Personen (bis 120 mm), die mit Seitenknospen, welche ganz den Einzelpolypen gleichen, ziemlich dicht besetzt sind, so dass sie Stämme mit kurzen Zweigen darstellen. Die kleinsten dieser Büsche besitzen nur eine Seitenknospe, die größten von mir beobachteten mehr als 70. Letztere haben einen viel festeren Stamm als erstere und derselbe ist auch etwas dicker, circa 2 mm und besitzt eine mehr dunkelbraune Farbe. Die Knospen oder Zweige sind stets einfach, nie weiter verzweigt und etwas heller gefärbt als der Stamm. — Die Stolonen sind 0,5—1,5 mm breit und vielfach netzförmig mit einander verbunden, stellenweise auch zu Platten verschmolzen, die jüngeren erscheinen stets heller gefärbt als die älteren. Häufig findet man, dass die Stolonen an den Stämmen der Büsche heraufsteigen und dort neue Polypenknospen erzeugen, ja in einigen Fällen sah ich sogar, dass einzelne Knospen eines Busches wieder Stolonen getrieben hatten und durch diese wie durch Brücken mit einander verbunden waren (s. Taf. XXII Fig. 1—5).

Anatomie.

Die Knospen sowohl, als auch die Stämme der Büsche, stimmen in ihrem allgemeinen Bau so mit den Einzelpolypen überein, dass ihre Anatomie nicht einzeln behandelt zu werden braucht und es genügt einzelne Abweichungen bei der Beschreibung hervorzuheben. Bei der Schilderung soll folgende Ordnung eingehalten werden:

[1] Leider konnte ich Cl. Riisei nicht damit vergleichen.

1) Leibeswand, 2) Verbindung der Knospen mit dem Stamm, 3) Tentakel, 4) Schlund, 5) Scheidewände mit Geschlechtsorganen, 6) Stolonen.

Leibeswand: Diese zerfällt nach ihrer relativen Festigkeit und nach ihrem Bau in mehrere auf einander folgende Abschnitte, welche durch die Art der Faltung bei der vollkommenen Retraktion der Polypen bedingt sind. Der erste, aborale, die folgenden an Länge mehr oder weniger übertreffende Abschnitt bildet bei den vollkommen eingestülpten Polypen die äußere Hülle, bei den Büschen auch den Stamm (s. Fig. 7 *I*). Er ist, trotzdem die Dicke je nach dem Alter sehr verschieden sein kann, immer ausgezeichnet durch bedeutende Festigkeit, welche durch zahlreiche eingelagerte Spicula und eine vom Ektoderm ausgeschiedene Hornlamelle hervorgebracht wird. An der Übergangsstelle in den folgenden Abschnitt sind die Spicula weniger zahlreich und in acht interparietale, zungenförmige Felder angeordnet, auch ist hier die hornige Cuticula viel dünner und verschwindet endlich vollständig (s. Fig. 6 und 7 *I*). — Der zweite Abschnitt der Leibeswand ist bei den retrahirten Polypen immer vollständig in den ersten eingestülpt. Er ist immer kürzer als dieser, von ziemlich konstanter Länge bei allen Polypen und entbehrt Spicula und Hornschicht vollständig. — Der dritte Abschnitt, welcher bis zur Basis der Tentakel reicht, ist wieder nach der Mundseite zu ausgestülpt, oder vielmehr durch die Muskeln der Scheidewände so in den ersten Theil hereingezogen, dass er in derselben Lage bleibt wie im ausgestreckten Zustand des Polypen (s. Fig. 7 und 10). Er kommt dem zweiten Abschnitt an Länge fast gleich und wird durch Spicula gestützt, welche in acht parietalen Längsreihen angeordnet sind. Ein kurzer vierter Abschnitt stellt wohl die Mundscheibe des ausgestreckten Polypen dar. Er reicht von der Basis der Tentakel bis zum Anfang des Schlundes ohne gegen denselben scharf begrenzt zu sein und bildet beim eingezogenen Polypen eine weite Höhlung (Fig. 7 *IV*), in welche die Tentakel zusammengedrängt sind. — Das Verhältnis dieser vier Abschnitte der Leibeswand zu einander wird am besten durch den Längsschnitt (Fig. 7 *I—IV*) erläutert. Es geht aus diesem hervor, dass, nachdem die Tentakel in den vierten Abschnitt umgeschlagen sind, durch die Kontraktion der Scheidewandmuskeln der dritte Abschnitt, der durch seine Spicula gesteift ist, in den ersten hineingezogen und dabei der zweite umgestülpt wird. Durch weiteren Zug nähern sich die acht zungenförmigen Felder des ersten Abschnittes einander und

bilden einen vollkommen schließenden Deckel. (Von einem vielleicht vorauszusetzenden Sphinkter konnte nichts bemerkt werden.)

Die Knospen sind ziemlich selbständig und mit der Stammeshöhlung nur durch ein Kanalnetz verbunden, welches an ihrer Basis, in der Leibeswand entwickelt ist und mit kleinen Öffnungen sowohl in die Magenhöhle der Knospe als des Stammes mündet. Auch ist zu bemerken, dass die Wand der Knospe immer viel dünner ist als die des Stammes (Fig. 12—14). Bei ganz jungen Knospen, welche immer nur am oralen Ende eines Stammes, wo die Leibeswand noch sehr dünn ist (zweiter Abschnitt), stehen, ist dieses Kanalnetz noch wenig entwickelt und nur durch einige Öffnungen in der Leibeswand, so wie durch kurze Kanälchen angedeutet (s. Fig. 15 *c*).

Die Tentakel sind wie bei allen Alcyonarien gefiedert und in der Regel konnten auf jeder Seite sechs Fiedern gezählt werden (s. Fig. 6). Der Stamm ist von den Seiten her zusammengedrückt und an der basalen Hälfte der Außenseite durch längsgerichtete kleine Spicula gestützt, die Fiedern zeigen einen kreisförmigen Querschnitt. Bei den retrahirten Polypen (ich konnte nur solche untersuchen) sind die Tentakel nach innen umgebogen (aber nie umgestülpt), so dass sie in den vierten Abschnitt (s. Leibeswand) zu liegen kommen, wo sie ein dichtes Knäuel bilden (s. Fig. 10).

Der Schlund ist bei den eingestülpten Polypen sehr schwer von der Mundscheibe abzugrenzen und überhaupt schwer zu studiren, da er hier durch Querfaltung sehr verkürzt und seine Gestalt ganz verändert ist. Auch nach längerem Aufweichen und geringer Maceration, welche hinreicht um die Polypen ausstülpen zu können, war es nicht möglich den Schlund gerade zu strecken (Längsschnitt s. Fig. 7).

Die Scheidewände zeigen in ihrem ganzen Bau und auch in der Anordnung der Muskelwülste große Übereinstimmung mit den übrigen Alcyonarien. In den »Stämmen« der Büsche erstreckt sich das dorsale Paar, welches nur Filamente trägt, bis zur Basis herunter, während die sechs übrigen, die Geschlechtsprodukte erzeugenden, viel eher aufhören und im aboralen Theil nur durch wenig hervorspringende Kanten angedeutet sind. Die Geschlechtsprodukte, von denen ich nur Eier bemerkt habe, fanden sich in verschiedenen Entwicklungsstadien und wie gewöhnlich an den freien Rändern der Scheidewände. Ihre Zahl ist sehr groß und dieselben kommen in gleicher Weise in den Einzelpolypen, wie in den jüngeren und älte-

ren Knospen als auch im oberen Theil des Stammes vor vgl. Fig. 9 bis 12).

Die Stolonen bilden flache oder nur wenig gewölbte Bänder, die in ähnlicher Weise wie die Leibeswand durch Spicula und eine hornige Cuticula eine ziemliche Festigkeit erhalten. Sie sind innen hohl und meist durch unregelmäßige Scheidewände in mehrere Röhren getheilt, die aber immer wieder mit einander Anastomosen bilden und mit den basalen Enden der Polypen und Büsche kommuniciren. Wie schon oben bemerkt laufen jüngere Stolonen nicht nur über die ältereren hinweg, indem sie theilweise mit ihnen verschmelzen, sondern sie erstrecken sich auch über die Einzelpolypen und Büsche. Dabei hängen sie nicht nur äußerlich diesen an, sondern sie verschmelzen auf kürzere oder längere Strecken mit ihnen und treiben Kanäle, welche in die Magenhöhlen derselben sich öffnen, wie durch eine ganze Reihe von Schnitten und Schliffen nachgewiesen werden konnte (s. Fig. 1, 2 und 25). Auf ähnliche Weise sind wohl auch die Fälle zu Stande gekommen, in denen zwei Polypenknospen durch eine Stolonenbrücke mit einander verbunden sind. Nur kommt hier noch dazu, dass wahrscheinlich der Stolo von einer Knospe ausgegangen ist[1] und sich dann erst sekundär mit dem anderen in Verbindung gesetzt hat (s. Fig. 3 und 4). Von besonderem Interesse erscheint dieser abgebildete Fall noch dadurch, dass sich auf der Stolonenbrücke eine Polypenanlage findet, und seine Übereinstimmung mit analogen Brückenbildungen bei Tubipora auf diese Weise eine ganz überraschende wird[2].

---

[1] Ich schließe dies aus dem Fehlen jeder Fortsetzung der Stolonenbrücke über die Polypenknospe hinaus und finde eine weitere Bestätigung dieser Ansicht in dem vereinzelten Vorkommen kurzer Fortsätze an einigen Knospen, welche als Anfänge von Stolonenbildung gedeutet werden können. Trotzdem will ich nicht leugnen, dass die Brücken auch so entstanden sein mögen, dass ein Stolo sich über den ganzen Stamm erstreckte, mit beiden Knospen verschmolz und dann bis auf das Stück, welches jetzt die Brücke darstellt, rückgebildet worden ist.

[2] Diese Übereinstimmung zwischen Cornularia und Tubipora findet eine weitere Stütze in der Thatsache, dass auch bei der ersteren Form die Spicula theilweise verschmelzen können wie auch schon Kölliker bemerkt hat. Man siehe darüber auch noch: Duchassaing et Michelotti Mem. pag. 12 und G. v. Koch, Die Orgelkoralle.

Histologie.

Die Schilderung des feineren Baues lässt sich am leichtesten nach den drei Hauptschichten des Körpers Ektoderm, Mesoderm[1] und Entoderm geben, die Muskeln wurden zur besseren Übersicht in einem eigenen Absatz behandelt.

Ektoderm. Wir beginnen bei dessen Beschreibung am besten wieder mit der Leibeswand. Am ersten Abschnitt derselben sind die Zellen des Ektoderms rundlich oder häufiger plattgedrückt und nur an wenigen Präparaten deutlich, an den meisten erscheinen sie als eine krümliche sich stark färbende Masse in der man nur hin und wieder einen Kern oder einige Zellkonturen sieht. Trotzdem kann man erkennen, dass sie eine einfache Schicht bilden, welche, am oralen Theil gleichmäßig zusammenhängend, nach der Basis der Polypen zu häufig durch Spicula und deren Scheiden (s. dort) unterbrochen ist. An den älteren Theilen der Stämme geht diese Verdrängung noch weiter, und zugleich werden die Beziehungen zum Mesoderm immer inniger, bis zuletzt das Ektoderm kaum noch als selbständiges Epithel sich darstellt. — An seiner Außenseite scheidet das Ektoderm eine Cuticula ab, welche am oralen Theil ein dünnes, durch die Kontraktion der unterliegenden Weichtheile oft etwas gefaltetes, elastisches Häutchen von Hornsubstanz bildet.

Weiter nach unten wird dieselbe immer dicker und fester, zeigt nach und nach immer deutlicher eine zarte Parallelstreifung und eine braune, auf Schnitten gummiguttgelbe Färbung und verbindet sich zuletzt mit den ebenfalls hornigen Scheiden der Spicula zu einem festen Skelet (s. Fig. 24).

Am zweiten Abschnitt der Leibeswand lässt sich das Ektoderm in der Regel als eine deutliche Schicht von Zellen erkennen, welche meistens etwas höher als breit sind. Gegen das Mesoderm ist es durch eine scharfe glatte Kontur abgegrenzt, welche nur an einzelnen Stellen durch eine mit ihrer Basis, die dann abgerundet erscheint, in das letztere hineinragende Zelle unterbrochen wird. — Der dritte Abschnitt zeichnet sich durch mehr abgeplattete Zellen aus und ist in der Regel so an den vorigen angedrückt, dass man auf Querschnitten beide Ektodermschichten fest auf einander liegen sieht. An manchen Stellen bildet die des letzteren Falten, welche sich in die

[1] Das Wort Mesoderm gebrauche ich hier im Sinne Hertwig's. Ich rechne also dazu das Mesoskelet (s. Skelet d. Alcyonarien M. Jahrb. 1878, nebst den darin vorkommenden Zellen, ohne Rücksicht auf ihre Herkunft.

Zwischensubstanz desselben erstrecken. Häufig begegnet man auch einzelnen Zellen, welche mehr oder weniger in jene hereinragen und wahrscheinlich auf der Einwanderung begriffen sind. — Am vierten Abschnitt werden die Ektodermzellen wieder etwas höher und gehen ziemlich unmerklich in die des Schlundes und der Tentakel über. — Das Ektoderm der Tentakel besteht aus hohen, dünnen Cylinderzellen, deren feineren Bau ich leider nicht genauer untersuchen konnte. Am Stamm finden sich einzelne größere säbelförmige Nesselkapseln von circa 0,015 mm Länge (s. Fig. 20), an den Fiedern sehr dicht gedrängt kleinere gerade Nesselkapseln mit dünnen sehr regelmäßig spiralig aufgewundenen Faden von circa 0,01 mm Länge[1] (s. Fig. 21). — Das Ektoderm des Schlundes zeichnet sich durch seine hohen Cylinderzellen aus, welche diese Gestalt wohl zum großen Theil der starken Kontraktion dieses Organes verdanken. Über den feineren Bau kann ich nur mittheilen, dass viele helle Drüsenzellen vorhanden sind; die starke Kontraktion verhinderte eine speciellere Untersuchung. — An den Stolonen verhält sich das Ektoderm ganz ähnlich wie an der Leibeswand.

Mesoderm. Das Mesoderm wird gebildet durch eine hyaline Grundsubstanz, welche sich mit Karmin oder Hämatoxylin gleichmäßig färbt und nur selten Streifungen oder ähnliche Strukturunterschiede zeigt. Sie besitzt in den verschiedenen Theilen der Polypen eine sehr verschiedene Dicke und kann entweder ganz allein vorhanden sein oder zellige Elemente einschließen, aus denen dann wieder Spicula und deren Scheiden hervorgehen. — Im ersten Abschnitt der Leibeswand sind überall Spicula und einzelne Zellen in der Zwischensubstanz vorhanden. Die ersteren erscheinen am oralen Ende in acht zungenförmige Felder angeordnet (s. Fig. 6), in denen sie parallel der Längsachse des Polypen liegen. Sie sind fast gerade mit kurzen konischen Erhöhungen versehen und circa 0,4 mm lang (s. Fig. 18 *e—i*). Ihre Scheiden sind sehr dünn, färben sich mit Karmin roth und erscheinen auf dem Querschnitt meist fein granulirt, manchmal, und zwar am leichtesten auf günstigen Tangentialschnitten, lassen sich durch Karmin dunkel gefärbte Kerne nachweisen. Neben diesen größeren Spicula finden sich, besonders häufig an der Spitze der zungenförmigen Felder (s. Fig. 18 *a—d*), kleinere vor, welche wahrscheinlich als Jugendzustände zu deuten sind. Sie zeigen, je mehr ihre Größe abnimmt, eine immer regelmäßigere Gestalt, welche bei den kleinsten von

[1] Im Ektoderm der übrigen Theile konnte ich keine Nesselkapseln auffinden.

0,05 mm Länge spindelförmig wird. Dabei zeigt sich auf gefärbten Schliffen, dass sie von einer granulirten Hülle umgeben sind, welche gewöhnlich deutlich einen oder häufiger zwei Kerne erkennen lässt und mit der abnehmenden Größe der Spicula an Dicke und Deutlichkeit zunimmt (vgl. Fig. 31—33). In der Nachbarschaft dieser kleinen Spicula finden sich zu Paaren vereinigte Zellen in der hyalinen Substanz, die deutliche Kerne besitzen und nicht selten ein kleines Kalkkörperchen einschließen, welches in Gestalt und Größe variirt und in einzelnen Fällen einem jungen Spiculum sehr ähnlich wird. Es geht aus dieser Beobachtung mit großer Wahrscheinlichkeit hervor, dass die eben angeführten Doppelzellen (s. Fig. 27—30) die Erzeuger der Spicula sind. — Die »zungenförmigen Felder« verbreitern sich an ihrer Basis, indem die Zahl der Spicula immer größer wird, bis sie endlich eine gleichförmige Schicht in der Zwischensubstanz bilden. Dabei werden die Fortsätze der Spicula länger, ihre Gestalt auch unregelmäßiger und schließlich treten an den Enden derselben Verschmelzungen ein, so dass man sie selbst durch Kochen mit Kalilauge nicht mehr isoliren kann (s. Fig. 19 *c*, welche wegen Mangel an Raum gedreht ist, die Nadeln sollten eigentlich senkrecht stehen). Noch weiter aboralwärts wird die Gestalt der Spicula durch weitere Verzweigungen und Verschmelzungen immer unregelmäßiger und an den Stämmen der Büsche endlich bilden sie nicht mehr wie vorher nur eine einfache peripherische Schicht, in der sie parallel der Polypenachse angeordnet sind, sondern mit der zunehmenden Dicke der Zwischensubstanz treten in derselben auch noch unregelmäßig angeordnete und mehr nach innen gelagerte Nadelformen auf, welche den größten Theil eines Querschnittes einnehmen. Nur an den Stellen der Leibeswand, welche den Scheidewänden entsprechen und kantig in die Magenhöhle vorspringen, bleibt die Zwischensubstanz, die sich hier in der Regel dunkler färbt und oft Andeutungen von Streifung zeigt, frei davon (s. Fig. 24). Die Scheiden der Spicula nehmen nach der Basis der Polypen hin an Dicke zu. Während sie Anfangs einfach und farblos oder bei gefärbten Exemplaren dunkel tingirt waren, zeigen sie nachher auf Querschnitten eine deutliche gummiguttgelbe Färbung und sind häufig von einer krümligen Masse, in der sich nicht selten Kerne nachweisen lassen, umgeben. Dabei ist noch zu bemerken, dass die Verdickung nicht gleichmäßig vor sich geht, sondern immer an der peripherischen Seite bedeutender ist, als an der, der Magenhöhle zugekehrten Seite des Mesoderms (s. Fig. 22 und 23). Zugleich tritt

nun eine Verschmelzung der Spiculascheiden unter einander und mit der Cuticula des Ektoderms auf, welche zu der schon oben gedachten, theilweisen Verdrängung der Ektodermzellen und zur Bildung größerer horniger Massen führt. Letztere erscheinen auf Querschnitten als größere oder kleinere Inseln mit vielen Buchten und Halbinseln und zeigen mehr oder weniger deutlich eine lamelläre Struktur (s. Fig. 22, 23 und 24). — An der Umbiegungsstelle der Leibeswand, dem Übergang des ersten in den zweiten Abschnitt, ist die Zwischensubstanz, wahrscheinlich in Folge der starken Kontraktion, am dicksten und bildet hier acht, in das Lumen vorspringende, hohe Längsleisten, welche dieses fast ganz ausfüllen und den Eingang in den Polypen verschließen (s. Fig. 7 und 9). Am übrigen Theil des zweiten Abschnittes wird sie dann wieder dünner, ungefähr halb so dick wie am Ende des ersten. Spicula fehlen im zweiten Abschnitt ganz, dagegen finden sich häufig (besonders dicht an der eben erwähnten Umbiegungsstelle) feine radial verlaufende Fädchen, welche das Ektoderm und Entoderm mit einander zu verbinden scheinen. Die Fädchen erscheinen oft granulirt, von Stelle zu Stelle mit kleinen Verdickungen, die manchmal auch eine bedeutendere Größe zeigen und in einzelnen Fällen sich durch Anwesenheit eines deutlichen Kernes als Zellen ausweisen. Dieselben sind dann gewöhnlich spindelförmig und befinden sich entweder mehr oder weniger in der Mitte zwischen Ektoderm und Entoderm oder sie stehen einer dieser Schichten näher und liegen dann entweder direkt an oder sind durch einen Fortsatz mit ihr in Verbindung (s. Fig. 39 bis 45). Einzelne dieser Zellen besitzen verästelte Ausläufer, welche sich in feine Fäden fortsetzen können. Leider konnten diese Elemente nicht isolirt werden und war es desshalb unmöglich ihre eventuellen Beziehungen zu den Epithelzellen aufzuklären und dadurch eine sichere Basis für ihre Deutung zu finden. — Am dritten Abschnitt der Leibeswand zeigt das Mesoderm in der Regel wieder eine etwas ansehnlichere Dicke, wie am zweiten. Die Zwischensubstanz ist von gleichem Aussehen, doch fehlen hier die feinen Fasern und finden sich dafür nicht selten deutliche rundliche oder verästelte Zellen, welche im vorigen Abschnitt nur sehr vereinzelt wahrgenommen werden konnten. Diese Zellen stehen oft ganz nahe am Ektoderm, so dass sie das letztere manchmal noch berühren, zuweilen auch durch einen kurzen Fortsatz mit ihm in Verbindung erscheinen, während ich sie nie an dem Entoderm traf. Sie schei-

nen mir, was auch durch die vorhin geschilderte Lage mancher Ektodermzellen (s. dort) wahrscheinlich wird, aus dem Ektoderm eingewandert zu sein. Spicula finden sich in diesem Abschnitt in acht Längsreihen angeordnet, welche den acht Scheidewänden entsprechen. In jeder Reihe befinden sich 7 bis 12 Stück, in der Regel je drei neben einander, von denen die größeren (circa 0,5 mm langen) mit ihren Spitzen die Basis der Tentakel berühren. Dieselben sind gerade ohne seitliche Fortsätze, die größeren meist mit eigenthümlich geformten Enden (s. Fig. 17 *a*, *b*), während die kleineren dort Höckerchen tragen (Fig. 17 *c*, *d*), welche ich als ein Zeichen unvollendeten Wachsthums ansehe. Manchmal scheint durch feine Strichelung eine Achse angedeutet zu sein, beim langsamen Entkalken zeigte sich aber, dass diese Strichelung (s. Fig. 17 *a*) wohl nur als der Ausdruck feiner Lücken zwischen den krystallinischen Elementen der Spicula anzusehen ist. Auch diese Spicula besitzen Scheiden, welche aber immer verhältnismäßig dünn bleiben und niemals verhornen. Sie sind besonders deutlich auf Querschnitten zu sehen, färben sich durch Karmin tief roth, sind stärker lichtbrechend als die umgebende Zwischensubstanz und erscheinen bei starken Vergrößerungen zuweilen wie aus kleinen Körnern zusammengesetzt (Fig. 35 u. 36). Häufig trifft man in ihnen, oft von einer besonderen Verdickung eingeschlossene, meist plattgedrückte Kerne an (s. dieselbe Figur). Auf Längsschnitten erscheinen die letzteren rundlich oder elliptisch und sind verhältnismäßig so häufig, dass ich glaube, auf ein Spiculum kommen mehrere Kerne; doch ist dies schwer zu entscheiden, da man nur mit vieler Mühe ein längeres Stück von einer Spiculascheide im Zusammenhang betrachten kann (s. Fig. 34). Die Zwischensubstanz des vierten Abschnittes bildet nur eine ganz dünne Lamelle, in welcher ich weder Zellen noch Spicula bemerken konnte. Sie erscheint den übrigen Theilen der Leibeswand gegenüber, welche durch die Einstülpung bedeutend kontrahirt sind, sehr ausgedehnt, weil in diesem Abschnitt die Tentakel Platz finden müssen (s. Fig. 7 und 10) und ist daher ihre etwaige Differenzirung nicht nachzuweisen. — In der Schlundwand stellt das Mesoderm eine ziemlich gleichmäßig dicke, durch die Kontraktion zusammengefaltete Zwischensubstanzlamelle ohne weitere Differenzirung dar. — Am Schaft der Tentakel ist sie ziemlich dick und bildet an der Innen- und Außenseite Leisten für den Ansatz der Längsmuskeln. Dieselben sind an der ersteren (beim eingestülpten Polypen)

höher als an der letzteren[1]. An der Basis der Tentakel, und zwar an deren Außenseite, finden sich im Mesoderm circa sechs kleine Nadeln (circa 0,25 mm lang, welche der Länge nach und meist paarig angeordnet sind (s. Fig. 6 und 16). In den Fiedern besteht das Mesoderm nur noch aus einer dünnen hyalinen Stützlamelle. — Das Mesoderm der Scheidewände zeigte nichts Besonderes. Zellen kommen darin nicht vor: die Leisten, welche die Muskeln der Wülste stützen, sind verhältnismäßig wenig entwickelt. — Um die Geschlechtsorgane bildet eine Fortsetzung der Zwischensubstanz ein dünnes, hyalines Häutchen, welches bei der Vergrößerung der Eier oder Samenkapseln an Dicke zunimmt. — In den Stolonen bildet das Mesoderm die Hauptmasse. Es ist hier von ganz ähnlichem Bau wie in der Leibeswand der Polypen, in die es ja an der Basis derselben übergeht. Zellen und Spicula sind vorhanden und zeigen wenig Abweichung (s. Fig. 25 und 26).

Entoderm. Das Entoderm konnte wegen seiner mangelhaften Erhaltung nur wenig genau untersucht werden und war es besonders unmöglich Drüsenzellen und andere Differenzirungen mit einiger Sicherheit nachzuweisen. Im Allgemeinen ist es als ein Cylinderepithel zu bezeichnen, dessen Zellen im ersten Abschnitt der Leibeswand sehr niedrig, am zweiten ein wenig höher und am höchsten an der Übergangsstelle vom ersten in den zweiten Abschnitt sind. Am dritten und vierten Abschnitt werden sie wieder niedriger und eben so am Schlund und in den Tentakeln, wo sie überhaupt ziemlich klein erscheinen. Auch auf den Scheidewänden bilden sie nur eine ganz dünne Lage und nur an den Filamenten werden sie wie gewöhnlich wieder hoch und scheinen dort auch denselben Bau zu besitzen, wie er für andere Alcyonarien bekannt ist. Am deutlichsten fand ich sie an den Geschlechtsorganen und zwar auf Schliffen erhalten. Sie bilden dort hohe gleichmäßige Cylinderzellen mit deutlichem, nahe an der Basis gelegenen Kern, sind durch hyaline Säume von einander getrennt und werden mit dem Wachsthum der Eier immer höher (s. Fig. 37 u. 38). Das Entoderm der Stolonen stimmt mit dem der Polypenwandung ganz überein und ist dabei nur zu betonen, dass an den Stellen, wo ein Stolo mit einem Polypen in Verbindung getre-

[1] Auf Querschnitten durch kontrahirte Polypen scheint das Gegentheil stattzufinden, weil die Tentakel von ihrer Basis an nach innen umgeschlagen sind. (Man vergleiche Fig. 7 und 10.)

ten ist, die Entodermzellen des ersteren ohne Unterbrechung in die der Magenhöhlung des letzteren übergehen.

Muskulatur. Am starren Theil der Leibeswand fehlen, wie zu erwarten, Muskelfasern vollständig. Dagegen sind feine Querfasern vorhanden am zweiten, eingestülpten Abschnitt und am Schlund, und zwar sind diese sehr dünn und mit größter Wahrscheinlichkeit als feine Fortsätze der Entodermzellen zu betrachten. (Man findet sie angedeutet auf Fig. 8 und 10 und einige Querschnitte davon Fig. 47 bei sehr starker Vergrößerung.) Dann sind noch Längsmuskeln vorhanden in den Tentakeln und zwar sowohl im Stamm als in den Fiedern. Sie sind ebenfalls dünn und scheinen mit den Ektodermzellen zusammenzuhängen, theilweise sind sie an Falten der Zwischensubstanz (s. dort) angeheftet und treten dann besonders auf Querschnitten sehr deutlich hervor. Am bedeutendsten sind natürlich die Muskeln der Scheidewände (ich konnte auf beiden Seiten nur Längsfasern nachweisen) entwickelt. Sie besitzen eine ziemliche Dicke (s. Fig. 8 und 46) und verbreiten sich hier auch noch etwas über die, dem Anheftungspunkt der Scheidewand benachbarte Leibeswand (angedeutet in Fig. 10, deutlicher Fig. 8).

Notizen.

I. Über die Knospen einiger Alcyonarien.

a) Sympodium coralloides bildet in der Regel membranartige Ausbreitungen[1], »Stolonenplatten«, die auf verschiedenen Unterlagen, Pflanzenstücken, Gorgonienachsen etc. aufgewachsen sind und von ziemlich weiten Ernährungskanälen durchzogen werden. Von letzteren aus erheben sich die Polypen, welche in der Regel in größerer oder geringerer Entfernung von einander stehen und außerhalb der Stolonenplatte vollständig von einander getrennt sind. Nur in einzelnen Fällen erscheint eine Anzahl von Polypen zu einer Gruppe verbunden (»Pseudobusch«), welche sich höher über die Stolonenplatte erhebt und in ihrem Aussehen ganz einem kleinen Busch von Alcyonium oder noch mehr einem Paralcyonium gleicht. Noch größer wird diese Ähnlichkeit wenn, wie es in diesem Falle häufig vorkommt, einige der mittleren Polypen sich durch besondere Größe auszeich-

[1] Dieselben gehen häufig in echte Stolonen über und sind als Verschmelzungen solcher zu betrachten (s. darüber auch Studer, Alcyonarien d. Gazelle).

nen, indem dann die kleineren Polypen ganz wie Knospen aussehen. Untersucht man eine solche Gruppe genauer, so stellt sich heraus, dass zwar die sie zusammensetzenden Polypen bis an den einstülpbaren Theil mit einander verschmolzen sind[1] und von einer harten Schicht mit rothen Spicula, ganz wie sie sich an der Oberfläche der Stolonenplatte findet, gemeinsam umschlossen werden, dass aber ihre Magenhöhlen bis zur Basis von einander getrennt verlaufen und nur durch einzelne Ernährungskanäle mit einander in Verbindung stehen. Man siehe dazu Fig. 53, die einen Längsschnitt durch einen sehr kleinen solchen »Pseudobusch« darstellt. Wegen der Kleinheit derselben sind die Spicula und andere Details weggelassen[2].

b) Alcyonium palmatum ist wegen der massenhaften Entwicklung der Zwischensubstanz ein schwieriges Objekt für die Beobachtung des Knospungsprocesses, besonders an der Peripherie größerer Büsche. Bei ganz kleinen Exemplaren von nur wenigen Polypen erhielt ich dagegen ein besseres Resultat. Diese gleichen nämlich in ihrem Bau ganz den eben beschriebenen »Pseudobüschen« von Sympodium und man kann sowohl an Längs- wie an Querschnitten konstatiren, dass die Polypenhöhlen nur durch Ernährungskanäle mit einander in Verbindung stehen.

c) Spoggodes?[3]. Diese Form, welche sich sonst in ihrem Bau nahe an Alcyonium anschließt, erscheint doch wegen der verhältnismäßig geringen Entwicklung des Mesoderms und der eigenthümlichen Verästelung der Büsche als ein viel günstigeres Objekt zum Studium der peripherischen Knospungen oder etwaigen Theilungen. Querschnittserien durch Endzweige ergaben, dass hier die jungen Polypen aus den ziemlich dünnen Ernährungsgefäßen, welche unter sich und mit den Höhlen der älteren Polypen in Verbindung stehen, ihren Ursprung nehmen. Fig. 54—59 stellen einige Schnitte und Theile von solchen dar, welche die Entstehung des neuen Polypen H_{III} erläutern sollen. Sie entsprechen folgenden Nummern

[1] Es ist dabei zu bemerken, dass sich keinerlei Anzeichen von einer ursprünglichen Trennung der Polypenwände vorfinden und dass desshalb dieser Ausdruck nicht wörtlich zu nehmen ist.

[2] Ich habe solche »Büsche« beobachtet, welche aus einer ziemlich großen Anzahl von Polypen bestanden und im ausgestreckten Zustand mehr als 2 cm Höhe erreichten. Dort waren dann die Magenhöhlen der Polypen, deren Wände zum Theil sich bedeutend verdickt zeigten, vielfach durch mit Entoderm ausgekleidete Kanäle verbunden.

[3] Das untersuchte Exemplar ist von SALMIN gekauft und von diesem als Heimat: Golf von Siam angegeben. Erhaltung ausgezeichnet.

der Serie: Fig. 54 = 1, Fig. 55 = 2, Fig. 56 = 6, Fig. 57 = 10, Fig. 58 = 11, Fig. 59 = 59[1]. — Dieser Befund kompletirt aufs beste die an Alcyonium gewonnenen Resultate und spricht ganz gegen einen Theilungsvorgang bei der Vermehrung der Polypen.

d Paralcyonium elegans lässt sich leicht im vollständig ausgestrecktem Zustande tödten und konserviren. So bildet es bei der Dünnheit und Durchsichtigkeit seiner Wandungen ebenfalls ein sehr günstiges Objekt zur Untersuchung. Es lässt sich schon durch einfache Präparation zeigen, dass die Polypenknospen nicht einfach Ausstülpungen der größeren Polypen sind, sondern dieselben werden durch eine dünne Scheidewand vollständig von diesen getrennt und diese erst besitzt mehrere rundliche oder elliptische Öffnungen, durch welche beide Magenhöhlen mit einander kommuniciren können. Dabei ist hervorzuheben, dass diese Öffnungen in zwei verschiedene Interparietalräume des Mutterpolypen münden und sich eine Scheidewand des letzteren über die Mitte der Trennungswand beider Polypenhöhlungen hinzieht (s. Fig. 48). Dieser Befund wird durch Querschnitte (s. Fig. 49) bestätigt.

e Funiculina quadratum zeigt, abgesehen von Abweichungen der Pennatuliden von den Alcyoniden überhaupt, mit der eben geschilderten Form ganz übereinstimmende Verhältnisse (s. Fig. 50). Es stehen auch hier die Polypen mit den großen Längskanälen des Schaftes nur durch dünne Röhren in Verbindung und zwar eigenthümlicherweise so, dass jeder Polyp mit zwei verschiedenen Längskanälen kommunicirt[2].

II. Über Clavularia ochracea.

Bei einigen Exemplaren dieser Cornularide aus dem Golf von Neapel fand ich eine eigenthümliche Bildung, welche hier kurz beschrieben werden soll. Das eine (Fig. 51 theilweise abgebildete) Exemplar glich von außen gesehen ganz einem wie gewöhnlich retrahirten Polypen, aber beim Zerschneiden der Länge nach zeigte sich, dass der eingestülpte Theil der Leibeswand nur ein kurzes Stück in die Höhlung hinabreichte und dort mit einer unregelmäßigen ausge-

[1] An dieser letzten Figur zeigt der junge Polyp schon zwei Scheidewände, ist also nicht mehr als solcher zu verkennen.

[2] Auf der Abbildung erscheinen die Polypen kurz über ihrer Basis abgeschnitten, da die Figur sonst zu viel Raum eingenommen haben würde. Ihre Höhlen sind durch *H* bezeichnet, die 4 Stielkanäle durch *C*.

fransten Kontur endigte. Dagegen fand sich etwas tiefer eine, wie sich nachher herausstellte, von der Leibeswand abgespaltete Lamelle, welche eben so eingestülpt war, aber sich weiter in die Mundscheibe mit zurückgeschlagenen Tentakeln, Schlundrohr etc. fortsetzte. Bei einem zweiten Exemplar der orale Theil ähnlich gebildet, aber der Rand der Leibeswand war nicht mehr nach innen eingestülpt sondern von gleichem Durchmesser wie der übrige Theil des Polypen und zeigte eine so unregelmäßige Begrenzung und so wenig Festigkeit, dass man ihn sogleich als im Zerfall begriffen erkannte. Der scheinbar in dieser alten Polypenröhre steckende junge Polyp war ganz wie bei dem ersten Exemplar gebaut und wie dort vollständig retrahirt.

Feine Längsschnitte durch die beiden Exemplare (nach vorsichtigem Entkalken derselben gefertigt) ergaben, dass die Leibeswand ihrer ganzen Länge nach einfach ist und ganz die gewöhnliche Struktur besitzt, nur erscheint der orale Abschnitt derselben sehr reich an Spicula und die Zwischensubstanz färbt sich hier nicht mehr durch Karminlösung roth, aber durch Methylgrün bläulich grün wie die Hornsubstanz, ist also wohl als todt zu betrachten. Das Stück der Leibeswand, welches den oralen Schluss des noch lebenden Polypentheils bildet, erscheint deutlich als eine Abspaltung von dem älteren Theil der Leibeswand (s. Fig. 52), zeichnet sich durch die geringe Anzahl der vorhandenen Spicula aus und die Zwischensubstanz färbt sich deutlich roth. — Gerade an der Stelle wo sich der jüngere Theil der Leibeswand von der älteren abspaltet befindet sich eine Anhäufung von Ektodermzellen und der abgestorbene Theil ist gerade hier so zart, dass die Vermuthung, er wäre vielleicht später hier abgestoßen worden, nahe liegt.

Eine befriedigende Erklärung dieser eigenthümlichen Erscheinung glaube ich erst dann geben zu können, wenn ich Gelegenheit finde darüber genauere Untersuchungen anzustellen.

Vergleichende Bemerkungen.

I. Über die Verbindung der Knospen mit dem Stamm bei den Büschen von Clavularia prolifera.

Es ist eine eigenthümliche Thatsache, dass bei Clavularia prolifera die Knospen nicht als einfache Ausstülpungen der Leibeswand des Mutterpolypen erscheinen, sondern sich an der Basis jeder

Knospe ein Kanalnetz in der verdickten Bindesubstanz des Mutterpolypen findet, welches die beiden Polypenhöhlen indirekt mit einander kommuniciren lässt. Auch ist es auffällig, dass dieses Kanalnetz sich in der Regel noch eine kurze Strecke über die Basis der Knospe aboralwärts ausbreitet, wo es dann natürlich allein mit dem Mutterpolypen kommuniciren kann. (Man vgl. Beschreibung und Fig. 12—14.)

Was bedeutet nun dieses Kanalnetz?

Ist es sekundär, d. h. entwickelt sich der junge Polyp zuerst als eine einfache Ausstülpung und entstehen dann die Verbindungskanäle durch theilweise Verwachsung der Zwischensubstanz, so wird man es als durch Anpassung entstanden betrachten müssen. Seine Bedeutung wird dann vorherrschend physiologisch sein und man kann es vielleicht auffassen als eine Einrichtung, die durch mehr oder weniger vollkommene Isolirung der Polypen nützlich wird.

Ist es dagegen primär, d. h. bilden sich erst in der Bindesubstanz des Stammes Kanäle (die dann nur durch Einwachsung von Entodermausstülpungen entstanden sein könnten), welche mit einander verschmelzen und aus denen dann erst die junge Knospe hervorsprosst, so wird seine morphologische Bedeutung vorwiegen, indem dann eine Vergleichung dieses Kanalnetzes mit den Nahrungskanälen der Gorgoniden und den diesen homologen Stolonen[1] der Cornulariden möglich scheint.

Direkt lässt sich mit dem mir zu Gebote stehenden Material die Frage nicht entscheiden, denn die jüngste Knospe, welche gefunden wurde und zwar am eingestülpten Abschnitt der Leibeswand, unfern der Basis der Tentakel, zeigte schon deutlich die Ösophaguseinstülpung und war bis auf einige kleine Öffnungen und kurze Kanälchen vollständig vom Mutterpolypen abgeschlossen, also schon zu weit entwickelt, um den primären Zustand mit Sicherheit erkennen zu lassen (vgl. Beschreibung und Fig. 15). Desshalb wurden einige andere geeignet erscheinende Formen von Alcyonarien[2] untersucht (s. unter

[1] Diese Homologie wird wohl Niemand anzweifeln. Für Solche, denen der vergleichend-anatomische Beweis dafür nicht genügt, bemerke ich, dass auch die Entwicklungsgeschichte denselben stützt.

[2] Es ist hier darauf aufmerksam zu machen, dass dieselben zu den Familien der Cornularidae, Alcyonidae und Pennatulidae gehören, die Tubiporidae, Axifera und Pseudaxonia genügend bekannt sind und also nur noch bei den Heliporiden Zweifel möglich wären.

Notizen *a*—*e* nebst den zugehörigen Abbildungen Fig. 48—50 und 53—59), um möglicherweise durch Vergleichung die Lösung der Frage zu finden. Diese Untersuchungen mit Hinzuziehung des schon anderweitig Bekannten über die Anatomie der Alcyonarien zeigen, dass bei dieser Korallengruppe niemals die Magenhöhlen der Knospen direkt in die der Mutterpolypen übergehen, sondern dass sich eine Reihe von Übergangsformen nachweisen lässt zwischen den Fällen, wo die Polypenknospen sich aus einfachen Stolonen entwickeln[1], solchen wo die Stolonen in Form von Kanälen im verdickten Mesoderm auftreten und endlich jenen, bei welchen sie nur noch angedeutet sind durch Öffnungen, die eine dünne Scheidewand zwischen den Leibeshöhlen der Knospe und des Mutterpolypen durchbohren.

Dieses Ergebnis lässt uns schließen, dass die mehr oder weniger unvollkommene Trennung der Magenhöhlen von Knospe und Polyp bei den Alcyonarien wohl einen gewissen Nutzen haben wird, weil wir diese Einrichtung bei allen untersuchten Formen wiederfinden, dass sie aber nicht als eine durch Anpassung erworbene Einrichtung aufzufassen ist, da sie sich durch eine ganze Reihe von Übergängen auf die Stolonenbildung zurückführen lässt. Damit ist die Frage zu Gunsten der zweiten Annahme entschieden und wir können für Cl. prolifera speciell behaupten: Das Kanalnetz im Mesoderm des Mutterpolypen, welches an der Basis der Knospen liegt und diese mit dem ersteren verbindet ist eine Stolonenbildung[2] (im weiteren Sinn). Es wird aber dadurch noch ein anderer Satz von allgemeinerer Bedeutung im höchsten Grade wahrscheinlich, welcher sich so fassen lässt: Bei den Alcyonarien geschieht die ungeschlechtliche Fortpflanzung niemals durch Theilung oder durch direkte Knospenbildung, sondern immer indirekt durch Stolonen oder diesen homologe Bildungen.

---

[1] Beispiele der ersten Art sind: Cornularia, Rhizoxenia etc. Übergänge zur zweiten: Sympodium coralloides. Beispiele der zweiten sind: Spoggodes und Alcyonium palmatum, Übergang zur dritten Form: Clavularia prolifera und Funiculina quadratum. Ein Beispiel für die letzte Art, welche wohl das Extrem vorstellt: Paralcyonium elegans.

[2] Man kann hier auch von einem Stolo sprechen, welcher nur eine Knospe getrieben und dann sein Wachsthum eingestellt hat.

II. Über die Beziehungen der Spicula und ihrer Hornscheiden zum Ektoderm.

In meiner Arbeit über das Skelet der Alcyonarien[1] sind die Spicula dem Mesoskelet zugerechnet, ohne dass dabei deren Entwicklung diskutirt wurde. Die Hornscheiden derselben wurden hier im Anschluss an KÖLLIKER[2] als Verhornungen der Zwischensubstanz aufgefasst.

Die Beobachtungen an Clavularia prolifera geben nun über diese beiden Punkte einige Aufklärung.

Es zeigt sich nämlich, wie aus der Beschreibung und den Abbildungen Fig. 27—36 deutlich hervorgeht, dass die jüngeren Spicula immer von protoplasmatischen, kernhaltigen Scheiden umgeben sind, die sich auch an den älteren Exemplaren häufig noch nachweisen lassen und zurückzuführen sind auf meist zu zweien verbundene Zellen, in denen das Spiculum zuerst als kleines Kalkkörnchen angelegt wird[3]. Daraus lässt sich mit Bestimmtheit die von KOWALEVSKY[4] auch für Clavularia crassa und Sympodium coralloides angegebene Entstehung der Spicula aus zelligen Elementen folgern, ein Satz, der wahrscheinlich auf alle Alcyonarien Anwendung findet. — Ähnliches scheint mir für die Hornscheiden zu gelten, denn wo neben denselben noch Zellen oder deren Reste (s. Fig. 22—24) vorhanden waren, lagen sie niemals direkt auf dem Spiculum, sondern dicht auf der Hornscheide, welche ihrerseits wieder das Spiculum umschloss. — Ob sich dies auch für die Scheiden der Spicula von anderen Formen z. B. Sclerogorgia, Melithaea, Mopsea nachweisen lassen wird, halte ich zwar für wahrscheinlich, doch konnte ich dafür jetzt, wegen Mangel an günstigem Material, keine Beweise vorbringen.

Erinnert man sich der Thatsache, dass bei Clavularia prolifera

---

[1] G. v. KOCH, Das Skelet der Alcyonarien. Morphol. Jahrbuch Bd. IV mit 2 Tafeln.

[2] KÖLLIKER, Icones histiologicae. II. Abth. die Bindesubstanz der Cölenteraten.

[3] Die Lage des jungen Spiculum und die deutliche Trennungslinie beider Zellen lässt die Vermuthung aufkommen, es möchten die Spicula zwischen den letzteren angelegt werden, was dann natürlich auch für die Hornscheiden gelten würde.

[4] KOWALEVSKY, Zur Entwicklungsgeschichte der Alcyoniden, Sympodium und Clavularia. Zool. Anzeiger Nr. 38, pag. 491. 1879. — Leider ohne genauere Beschreibung und ohne Abbildungen, welche in einer späteren Arbeit gegeben werden sollen.

(s. Beschreibung) so wie bei anderen Alcyonarien z. B. Tubipora[1], Muricea häufig Zellen beobachtet sind, welche vom Ektoderm in das Mesoderm einwandern, während für ein Gleiches vom Entoderm keine solchen Beobachtungen vorliegen, so erscheint der Schluss nicht gar zu gewagt, dass die im Mesoderm überhaupt vorkommenden Zellen vom Ektoderm abstammen[2]. Daraus würde sich nun weiter ergeben, dass die Zellen, welche die Spicula und deren Hornscheiden erzeugen, ursprünglich Ektodermzellen gewesen sind und wir würden dann den Satz aufstellen können: Die harten Skelettheile der Alcyonarien[3], sowohl die hauptsächlich aus Kalk- als auch die aus Hornsubstanz bestehenden, sind ableitbar von dem Ektoderm[4].

Darmstadt, den 16. Januar 1881.

Erklärung der Abbildungen.

Tafel XXII und XXIII.

Bei allen Figuren bezeichnet: *A* Achse, *C* Ernährungskanal, bei Pennatuliden auch Stielkanäle, *e* Ektoderm, *G* Knospe, *H* Magenhöhle, *h* Hornsubstanz, *K* Kern, *L* Leibeswand, *n* Entoderm, *O* Ei, *Oe* Schlund, *P* Scheidewand, *s* Spiculum, *T* Tentakel, *W* Muskelwulst, *z* Zwischensubstanz. Die Zahlen *I—IV* bezeichnen die vier Abschnitte der Leibeswand.

Fig. 1—47 Clavularia prolifera.

Fig. 1 u. 2. Ein Stückchen von einem Stamm mit vier Knospen und zwei Stolonen, von denen eine wieder eine Knospe getrieben hat. Von zwei Seiten gesehen. Vergr. 3 : 1 (Camera).

---

[1] G. v. Koch, Die Orgelkoralle. Jena 1874.

[2] Kowalevsky, a. a. O. giebt an, dass sich bei der ontogenetischen Entwicklung von Sympodium das Mesoderm mit seinen Zellen aus dem ursprünglichen Ektoderm hervorgehe, eine Thatsache, welche meinen Beobachtungen nicht widerspricht und mit meiner im Schlusssatz ausgesprochenen Auffassung vollkommen übereinstimmt.

[3] Die Helioporiden wären vor der Hand noch auszunehmen, ihr Bau bietet aber keinen Anhaltspunkt für die Annahme einer anderen Ableitung des Kalkgerüstes.

[4] Über die hier nicht besonders bemerkten Formen des Ektoskeletes vgl. mein »Skelet der Alcyonarien«, wo auch noch andere Erläuterungen dieses Abschnitts zu finden sind.

Fig. 3 u. 4. Stückchen von einem anderen Stamm. Zwei Polypen sind durch eine Brücke verbunden, welche eine junge Knospe trägt. Von zwei Seiten. Vergr. 3 : 1 (Camera).

Fig. 5. Gruppe einiger Polypen nebst zwei jungen und einem älteren »Busch« und den sie verbindenden Stolonen. Nat. Gr.

Fig. 6. Theil der Wand eines aufgeweichten und ausgestreckten Polypen. Zeigt die Anordnung der Spicula (schematisch).

Fig. 7. Längsschnitt durch die orale Hälfte eines eingezogenen Polypen (etwas schematisch, auf der rechten Seite Epithelien weggelassen und dafür Zwischensubstanz etwas schraffirt).

Fig. 8. Theil des Schnittes Fig. 10 bei x um die Muskeln unter dem Entoderm des zweiten Abschnittes der Leibeswand zu zeigen. Vergr. 400 : 1 (Camera).

Fig. 9—11. Querschnitte durch den oralen Theil eines Polypen nach den Linien α, β, γ in Fig. 7. Bei Fig. 10 ist wieder an der rechten Hälfte der Deutlichkeit wegen das Epithel weggelassen. Vergr. 20 : 1 (halbschematisch).

Fig. 12—14. Querschnitte durch ein älteres Stammstück an dem eine Knospe sitzt, zur Erläuterung des basalen Stolonennetzes. Spicula und deren Scheiden weggelassen. Vergr. 18 : 1 (Camera).

Fig. 15. Querschnitt durch den zweiten Abschnitt der Leibeswand von einem ganz jungen Busch mit einer sehr jungen Polypenknospe. Vergr. 40 : 1 (Camera).

Fig. 16—19. Spicula, 90fach vergrößert. Die mit großen Buchstaben bezeichneten sind dieselben Exemplare bei doppelter Vergrößerung. — 16 von der Basis der Tentakel, 17 aus dem III. Abschnitt, 18 aus dem I. Abschnitt, 19 etwas tiefer.

Fig. 20 u. 21. Nesselkapseln, 700fach vergrößert. 20 vom Schaft, 21 von den Fiedern eines Tentakel.

Fig. 22 u. 23. Querschliffe von Spicula mit Hornscheiden und darumliegenden Zellresten, bei Fig. 22 ein Kern. Vergr. 700 : 1.

Fig. 24. Querschliff eines Stückes von einem älteren Stamm. Vergr. 100 : 1.

Fig. 25. Querschliff eines Stolo, welcher mit einem Stamm und einer älteren Knospe verschmolzen ist. Vergr. 80 : 1.

Fig. 26. Theil eines Querschnittes durch einen jungen Stolo. Vergr. 120 : 1.

Fig. 27—33. Doppelzellen und junge Spicula aus einem Querschliff durch das Ende des I. Abschnittes eines Polypen. Vergr. 700 : 1.

Fig. 34. Theil eines Tangentialschnittes vom III. Abschnitt eines Polypen mit Spiculascheiden. Vergr. 700 : 1.

Fig. 35 u. 36. Querschnitte von Spiculascheiden aus demselben Abschnitt. Vergr. 700 : 1.

Fig. 37 u. 38. Entodermzellen von einer jüngeren und einer älteren Eikapsel. Vergr. 700 : 1.

Fig. 39—45. Zellen und zellenähnliche Verdickungen der Fasern in der Zwischensubstanz am Übergang des I. in den II. Abschnitt. Vergr. 700 : 1.

Fig. 46. Querschnitte der Scheidewandmuskeln. 1400 : 1 (Camera).

Fig. 47. Querschnitte von Fasern des Entodermmuskelepithels, bei gleicher Vergrößerung (Camera).

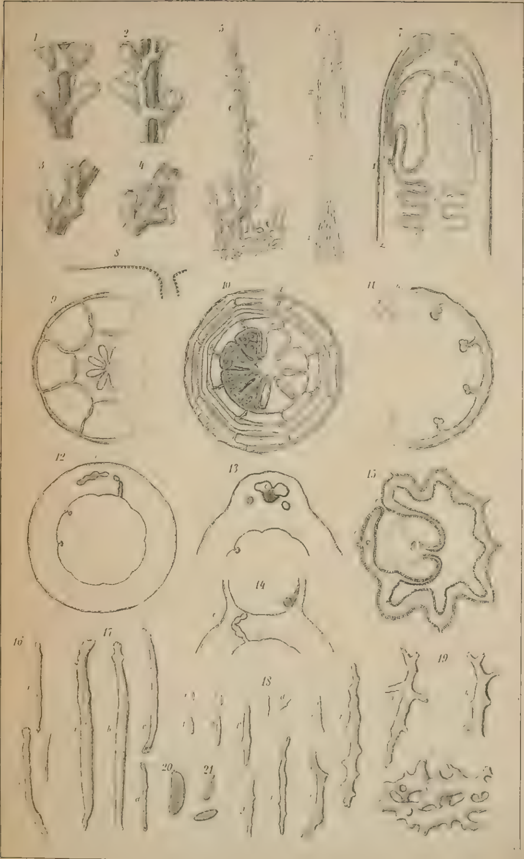

1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14
15
16
17
18
19
20
21

Fig. 48. Theil der Wand eines größeren Polypen von Paralcyonium elegans mit durchscheinender Knospe; zeigt die Öffnungen, durch welche beide Magenhöhlungen mit einander kommuniciren.

Fig. 49. Querschnitt der Scheidewand zwischen Polyp und Knospe von derselben Art. Vergr. 25 : 1 (Camera).

Fig. 50. Querschnitt durch den Schaft und zwei Polypen von Funiculina quadratum (von den Polypen nur die Basis abgebildet). Vergr. 60 : 1 (Camera).

Fig. 51. Polyp von Clavularia ochracea mit zum Theil neugebildeter Leibeswand, Vorderseite weggeschnitten.

Fig. 52. Querschnitt durch ein Stück der Leibeswand desselben (entkalkt) an der Spaltungsstelle der Leibeswand. Vergr. 60 : 1.

Fig. 53. Längsschnitt durch einen ganz kleinen Busch von Sympodium coralloides. Vergr. 15 : 1.

Fig. 54—59. Querschnitte durch einen entkalkten Zweig von Spoggodes? 54 und 59 bei 20facher, 55—57 bei 70facher Vergrößerung (Camera).

Über den Conus arteriosus und die Arterienbogen der Amphibien.

Von

Dr. J. E. V. Boas,
in Kopenhagen.

Mit Tafel XXIV—XXVI und 5 Holzschnitten.

Die vorliegende Arbeit zerfällt in drei Abschnitte. Der erste behandelt den Conus und Truncus der Amphibien; in einem Schlusskapitel ist es versucht deren Verhältnis zu den homologen Gebilden namentlich der Dipnoi festzustellen. Im zweiten Abschnitte werden die Arterienbogen in ähnlicher Weise dargestellt. Endlich habe ich in einem Schlussabschnitt einige verschiedene, durch die Untersuchung angeregte, aber eigentlich über sie hinausgehende, Bemerkungen hervorgesetzt; ich hebe davon die über die Stellung der Perennibranchiaten hervor, über welche ich zu einem von den Ansichten der meisten oder aller früheren Autoren entschieden abweichenden Resultat gekommen bin.

Für das zum Theil seltene Material bin ich namentlich meinem Lehrer Prof. Carl Gegenbaur, dann aber auch den Herren Professor A. v. Kölliker in Würzburg und Professor Reinhardt in Kopenhagen zu großem Dank verpflichtet. Leider ist es mir bisher nicht gelungen Menopoma und Amphiuma zu bekommen, und ist dadurch eine Lücke entstanden, die ich bemüht sein will später auszufüllen[1].

[1] Längere Zeit nach dem Abschluss der Arbeit habe ich mir die beiden genannten Formen verschafft und wird die Bearbeitung derselben in der nächsten Zukunft folgen (spätere Anmerkung).

A. Conus und Truncus arteriosus.

Es war Gegenbaur, der im Jahre 1866[1] den bedeutungsvollen und fruchtbaren Satz aussprach, dass der »Bulbus« bei den Selachiern und Ganoiden einerseits und bei den Teleostiern andererseits keineswegs dasselbe Gebilde sei, dass er vielmehr bei diesen eine Anschwellung des Kiemenarterienstammes, während er bei jenen ein Abschnitt des Herzens sei, der bei den höheren Wirbelthieren Reptilien, Vögel, Säugethiere) rückgebildet auftritt und als Conus arteriosus bezeichnet wird — welcher Namen dann nach Gegenbaur's Vorschlag auch auf den »Bulbus« der Ganoiden und Selachier übertragen wurde.

Über den morphologischen Werth des »Bulbus« der Amphibien hat dagegen Gegenbaur weder damals noch später meines Wissens etwas ausgesprochen. Wenn desshalb Huxley in seiner Anatomie der Wirbelthiere deutsche Ausgabe pag. 85) sagt, dass der »Bulbus« bei den Amphibien dem Conus der Selachier und Ganoiden gleichwerthig sei, und dass Gegenbaur gezeigt habe, dass der »Bulbus« der genannten Gruppen von dem Bulbus der Teleostier zu unterscheiden sei, dann ist dies schon in so fern unrichtig, als Gegenbaur solches nicht gesagt hat. Es ist aber auch in anderer Hinsicht nicht zutreffend; denn, wie im Folgenden nachgewiesen wird, besteht das gewöhnlich als Bulbus bezeichnete, übrigens auch viele andere Namen tragende Gebilde bei den Amphibien aus zwei Abschnitten: einem dem Conus der Ganoiden und Selachier entsprechenden und demgemäß auch hier als Conus bezeichneten Abschnitt, und einem anderen, den wir hier schlechtweg als Truncus arteriosus bezeichnen, obwohl zugegeben werden muss, dass in diesem Gebilde außer dem Truncus der Fische auch der Anfang der Arterienbogen derselben sich versteckt.

1) Salamandra.

Vom vorderen rechten[2] Ende des Ventrikels entspringt ein kurzes, spiraliges Rohr, das sich vorn etwas einschnürt und kurz nachher

[1] Zur vgl. Anatomie des Herzens. Jenaische Zeitschr. 2.

[2] Hier wie immer in den Beschreibungen bezieht sich dieser Ausdruck — eben so wie vorn und hinten, oben und unten — auf das Thier in der natürlichen Lage (Bauch nach unten). Distal wird = caudalwärts, proximal = kopfwärts benutzt.

in die 8 oder 6 (7) Arterienbogen spaltet. Das bei Salamandra ziemlich kleine, vor der Einschnürung liegende Stück bezeichnen wir als Truncus arteriosus: die größere, distale, hinter der Einschnürung liegende Partie ist der Conus arteriosus.

Schon äußerlich, namentlich am blutleeren lebenden Herzen macht sich ein charakteristischer Unterschied zwischen den zwei Abschnitten bemerklich: der Conus hat dasselbe gelbliche, halb durchscheinende Colorit wie der Ventrikel und das Atrium, während die Wand des Truncus weißer, weniger durchscheinend ist, das heißt, wie eine gewöhnliche Arterienwand erscheint. Die mikroskopische Untersuchung ergiebt, dass die muskulösen Elemente — die in beiden Gebilden das hauptsächlichste Element der Wand bilden — im Conus sich ganz wie im übrigen Herzen verhalten: es sind quergestreifte gewöhnlich an beiden Enden zerklüftete Muskelzellen, während die Muskelzellen im Truncus glatt sind.

Nach Öffnung des Conus sehen wir Folgendes: Am proximalen Ende finden sich vier in einem Kreis stehende Taschenklappen (vgl. Fig. 1, 2). Diese sind länger als breit, längs der Mitte mit einem Kamm oder Wulst versehen: zwischen der Wand und dem distalen Theil jeder Klappe gehen feine Fäden zur Wand. Von den vier Klappen zeichnet sich eine dadurch aus, dass der Längswulst stärker vorspringt und sich nach hinten auf die Conuswand fortsetzt. Es ist diese Fortsetzung die sogenannte Spiralklappe, die wir als Longitudinalfalte oder Spiralfalte bezeichnen werden. Sie erscheint, wie gesagt, als Fortsetzung einer der proximalen Klappen und zwar derjenigen, die rechts sitzt: die morphologische Bedeutung der Spiralfalte werden wir später betrachten. Die dorsale, neben der genannten sitzende Klappe (Nr. 2) scheint immer etwas kleiner wie die anderen zu sein. Die Longitudinalfalte springt nur ungefähr halbwegs ins Conuslumen hinein; sie läuft an der dorsalen Wand des Conus von vorn rechts bis hinten links, ja sogar auf die ventrale Fläche herum: ihre Anheftungslinie ist fast gerade, und bildet die Achse der Spirale. Sie endigt oberhalb einer der Klappen der hinteren Reihe, die sich dicht am Ventrikel, doch noch im Conus befindet und gewöhnlich aus drei, zuweilen aber, wie ich finde, aus vier Klappen besteht. Sie sind wie die vorderen Taschenklappen, sind aber breiter als lang und die vorspringende Längskante ist weniger ausgeprägt, wenn auch nicht immer fehlend. Die Seitentheile sind dünn, zuweilen in Fädchen aufgelöst, die dann vom Rande der Klappe zur Wand gehen: übrigens finden sich,

eben so wie bei denen der vorderen Reihe, feine Fäden zwischen der Wand und der der Wand zugewendeten Fläche der Klappen[1].

Der Truncus arteriosus hat den folgenden Bau (vgl. Fig. 2). Distal besteht er aus einem einfachen ungetheilten Hohlraum: proximal ist er durch eine horizontale Scheidewand in zwei Abtheilungen getheilt, von welchen die ventrale durch drei vertikale Scheidewände — die jedoch nicht ganz bis zum freien Rand der horizontalen Scheidewand gehen — wieder in vier Kanäle getrennt ist, zwei mittlere, engere und zwei äußere, weitere. Die zwei mittleren setzen sich in die ersten Arterienbogen (Carotiden), die zwei äußeren in die zweiten Arterienbogen (Aortenbogen κατ' ἐξοχήν) fort. — Die dorsale Abtheilung ist durch eine mediane vertikale Scheidewand in zwei Kanäle getheilt, jeder dieser gewöhnlich durch eine schräge oder vertikale — die doch nicht bis zum Rande der horizontalen Scheidewand geht — wieder in zwei Kanäle, von welchen der äußere entweder vorn blind endigt oder sich in den dritten Arterienbogen, wenn ein solcher vorhanden ist, fortsetzt; der innere Kanal setzt sich in den vierten Arterienbogen fort.

Die drei Fig. 21—23 geben eine gute Vorstellung vom Bau des Truncus; sie stellen drei Schnitte desselben Truncus vor, Fig. 21 den distalsten der drei, Fig. 23 den proximalsten. Fig. 21 zeigt acht Räume, von welchen II und IV, den entsprechenden Arterienbogen gemäß, die größten sind. In Fig. 22 ist der eine Raum Nr. III ganz klein geworden, in Fig. 23 sieht man ihn gar nicht mehr, er ist vorher blind geendigt. Eben so finde ich, dass der Kanal Nr. III an

[1] Über die Struktur der Klappen kann ich Folgendes bemerken: Die Hauptmasse der Klappen ist eine eigenthümliche Bindegewebs-Modifikation, die aber an der Anheftungsstelle der Klappen in gewöhnliches fibrilläres Bindegewebe allmählich übergeht, eben so wie sie an der der Wand zugewendeten Seite der Klappen von fibrillärem Bindegewebe bedeckt ist. Die genannte Bindegewebs-Modifikation besteht aus einer ziemlich homogenen Grundsubstanz mit vielen kleineren und größeren Lücken; diese Grundsubstanz ist wahrscheinlich als verschmolzene Fibrillen aufzufassen. In diesem Bindegewebe eben so wie im fibrillären sieht man schöne, große, meistens längliche Kerne. — Außer diesen zwei mit einander eng verwandten Geweben kann in den Klappen echter hyaliner Knorpel (wie schon Leydig sah) auftreten; er ist natürlich von jener Bindegewebs-Modifikation wohl zu unterscheiden. Er bildet ziemlich scharf umgrenzte Knötchen, die in die übrige Klappensubstanz eingelagert sind; die Grundsubstanz ist vollkommen hyalin, enthält große Knorpelzellen mit runden lichtbrechenden Kernen. An der Grenze des Knorpels werden die Kerne der Knorpelzellen länglicher, der Zellleib derselben kleiner, so dass der Knorpel doch nicht ganz unvermittelt an das Bindegewebe stößt.

der anderen Seite, der im letzten hier abgebildeten Schnitt merklich kleiner geworden ist, weiter nach vorn zu oblitterirt. In diesem Fall fehlt ein dritter Arterienbogen; wenn dieser vorhanden ist setzt die Abtheilung Nr. III sich in ihn fort.

Die Larven verhalten sich, was den Conus betrifft, wesentlich nicht anders wie die Erwachsenen. Über den Truncus derselben werde ich beim Axolotl Gelegenheit zu einigen Bemerkungen finden. Eben so wird von den funktionellen Verhältnissen später die Rede sein.

[Über den Bau des Conus arteriosus bei Salamandra liegen nur sehr dürftige Nachrichten vor, eine von Brücke[1], der »eine Leiste, welche schräg vom Arterienende des Bulbus und von rechts nach dem Herzende desselben und nach links verläuft«, gesehen hat, also unsere Longitudinalfalte; übrigens sagt er: »Da alle Theile, auf deren Bau es wesentlich ankommt, bei den Salamandern so klein und undeutlich sind, musste ich mir bald sagen, dass ich hier an der Grenze der Untersuchung angekommen sei.« — Eine andere Angabe finden wir bei Leydig[2]: »Schneidet man den Truncus arteriosus [was gewöhnlich als Bulbus bezeichnet wird] des Landsalamanders der Länge nach auf, so zeigen sich deutlich nach vorn zu drei [oder vier?] klappenartige Längswülste.« Wie man sieht, stimmen die Angaben der zwei Autoren nur sehr schlecht überein: eine Vergleichung mit meiner Beschreibung ergiebt aber leicht, dass sie beide etwas Richtiges gesehen haben.]

2) Triton.

Bei der Gattung Triton fand ich — ich kann hinzufügen: ziemlich unerwartet — einige nicht ganz uninteressante Abweichungen von Salamandra.

Der Truncus stimmte wesentlich mit dem von Salamandra, jedoch so, dass die Abtheilung III, wie es scheint immer ganz oblitterirt ist. Die äußere Form des Conus arteriosus ist ebenfalls wesentlich dieselbe: der Conus ist jedoch hier mehr nach der Längsachse des Körpers gelagert, während er bei Salamandra etwas quer liegt. Die distale Klappenreihe enthält drei ähnliche Klappen wie bei

[1] Beiträge z. vergleichenden Anatomie und Physiologie d. Gefäßsystemes. Denkschriften d. kais. Akad. d. Wissensch. z. Wien, Math.-Naturw. Cl. 3. Band. 1852, pag. 361.

[2] Untersuchungen über Fische und Reptilien 1853, pag. 53.

Salamandra (die Kleinheit der einen Klappe in Fig. 3 ist nur eine individuelle Abweichung). — Dagegen zeigte die proximale Reihe, oder die von ihr ausgehende Longitudinalfalte bemerkenswerthere Verhältnisse; da die verschiedenen untersuchten Arten (Triton punctatus, cristatus und alpestris) sich verschieden verhalten, werden wir sie einzeln betrachten.

Triton punctatus. Fig. 3 stellt den aufgeschnittenen und ausgebreiteten Conus eines Exemplars dieser Art vor. Man wird hier keine wesentliche Abweichungen von Salamandra finden: ein ausgebreiteter Conus von dieser bietet fast ganz dasselbe Bild dar. Wir bemerken nur, dass die Klappe Nr. 2 ungefähr von derselben Größe wie die anderen ist, während sie bei Salamandra immer kleiner war.

In Fig. 4 ist ein anderer Conus von Triton punct. abgebildet: der distale Theil mit den darauf sitzenden drei distalen Klappen ist weggeschnitten. Hier treffen wir ein anderes Bild, das jedoch, wenn wir es mit dem vorigen vergleichen, keineswegs schwierig zu verstehen ist: die Longitudinalfalte ist in eine Reihe von kleinen meistens zusammenhängenden Knötchen aufgelöst: die Longitudinalfalte ist also hier noch deutlich vorhanden, geht wie gewöhnlich von der Klappe Nr. 1 aus, ist aber erheblich verkümmert.

In anderen Fällen habe ich bei derselben Art eine noch weiter gehende Verkümmerung vorgefunden; von der Knötchenreihe der Fig. 4 waren nur noch einzelne zerstreute Überreste vorhanden.

Triton cristatus bietet Verhältnisse dar, die sich an die bei punctatus gefundenen anlehnen. Hier habe ich niemals eine so vollständige Longitudinalfalte wie die in Fig. 3 von punctatus abgebildete gefunden; immer war eine größere Reduktion vorhanden; in einem Falle (Fig. 5) habe ich zwar eine wirkliche von der Klappe Nr. 1 ausgehende Longitudinalfalte gefunden, die aber ganz kurz war; gewöhnlich findet sich eine Reihe Knötchen in unbestimmter Zahl und Form, von Klappe Nr. 1 ausgehend (Fig. 6): es kann beinahe aussehen, als fände sich noch eine mittlere Klappenreihe im Conus; die Reihe der Thatsachen zeigt aber zur Genüge, dass wir es hier nur mit Überresten der Spiralfalte, nicht etwa mit einer selbständigen Klappenreihe zu thun haben. — Bemerkenswerth ist es, dass ich bei cristatus immer die Klappe Nr. 2 kleiner wie die anderen gefunden habe, was nicht bei punctatus der Fall war. Ferner habe ich einmal eine Längstheilung derselben

Klappe gefunden, so dass sich fünf Klappen in der proximalen Reihe fanden: die eine war jedoch äußerst klein (Fig. 5). — Ich bemerke nur noch, dass ich Individuen sehr verschiedener Größe untersucht habe, ohne etwas zu finden was bezüglich der Spiralfalte auf Altersverschiedenheiten deuten könnte.

Bei Triton alpestris habe ich in keinem der untersuchten Coni eine Spur einer Spiralfalte gefunden, auch nicht als Knötchen. Es sitzen hier proximal vier einfache Klappen in einem Kreis, von welchen Nr. 2 immer kleiner wie die anderen war — wiewohl nicht immer so klein wie im abgebildeten Fall (Fig. 7).

(Über den »Bulbus« von Triton liegen womöglich noch sparsamere Angaben als über Salamandra vor. Hyrtl[1] sagt: »Die Tritonen haben nur eine Reihe» [von Klappen; wie viele sagt er nicht]. Stannius[2] giebt an, das »bei Triton zwei Klappen in einer Reihe« sich finden.)

Bei Pleurodeles habe ich wesentlich dieselben Verhältnisse wie bei Salamandra gefunden.

Cryptobranchus japonicus bin ich nicht so glücklich zur Untersuchung gehabt zu haben. Aus Hyrtl's[3] freilich nicht sehr guter Figur (4, Taf. XII) und seiner Beschreibung kann ich jedoch sehen, dass diese interessante Form sich im Conus — über den Truncus arteriosus kann ich nach Hyrtl's Figuren kein Urtheil haben — ähnlich wie Salamandra verhält. Es finden sich vier vordere Klappen, von welchen eine sich in eine Longitudinalfalte fortsetzt; dass eine der anderen Klappen so breit, wie von Hyrtl abgebildet sei, kann ich nicht glauben und schreibe die Täuschung einer Verzerrung des Präparates zu. — In der hinteren Klappenreihe sollen nach der Beschreibung vier Klappen vorhanden sein; in der Figur sieht man aber fünf, von welchen zwei weit kleiner als die anderen sind. Eine ähnliche Vermehrung der Anzahl der Klappen kommt ja öfters vor (Salamandra etc.) und ist wohl hier wie gewöhnlich als individuelle Abweichung — falls die Beobachtung richtig ist — zu beurtheilen. — Jedenfalls wird man aus Hyrtl's Darstellung schließen können, dass der Conus nicht wesentlich von dem von Salamandra abweicht.

---

[1] Berichtigungen über den Bau des Gefäßsytemes von Hypochthon Laurentii Medicin. Jahrbücher des österreich. Staates, 48, 1844, pag. 260.

[2] Handb. d. Zootomie (2. Aufl., 2. Buch, 1856, pag. 216).

[3] Cryptobranchus japonicus. Schediasma anatomicum. Wien 1865.

Auch die verwandte Form Menopoma habe ich nicht untersuchen können, und auch über dieses Thier liegen in dieser Hinsicht nur sparsame Nachrichten vor, namentlich in »Desc. and illustr. Catalogue of the Physiol. Series of Comp. Anat. cont. in the Museum of the R. College of Surgeons«. Vol. II, 1834[1]. In der dort gegebenen Figur eines geöffneten Conus Tab. XXIII Fig. 2) sieht man zwei Klappenreihen, eine vordere mit vier und eine hintere mit drei oder vier; eine Longitudinalfalte ist nicht abgebildet. Über den Truncus kann ich nichts sagen.

Auch Amphiuma kam leider nicht zur Untersuchung, und die Litteratur enthält in dieser Beziehung fast gar nichts.

3) Siredon (Amblystoma).

Der Conus arteriosus unterscheidet sich äußerlich vom Conus des erwachsenen Salamanders dadurch, dass er weniger schräg gelagert ist; ferner ist er schlanker; in beiden Stücken trifft er mit dem Conus der Salamander-Larve überein.

Innerlich finden wir im Conus Verhältnisse, die sich eng an die von Salamandra anschließen. Eben so wie dort sind in der proximalen Reihe vier Klappen vorhanden, von welchen die eine (Nr. 1) in eine Longitudinalfalte ausläuft, von den anderen ist Nr. 2 jedenfalls kleiner als Nr. 1 und 3 (vgl. Salamandra).

Die Klappen der distalen Reihe sind denen von Salamandra ähnlich; bei einem Exemplar fand ich vier (drei große und eine kleine), bei zwei anderen nur drei (vgl. Salamandra, Cryptobranchus, Menobranchus, Siren).

Der Truncus ist länger als bei Salamandra und bei der Larve derselben, breiter als der Conus (vgl. Fig. 19; hinten links mit einer Ausbuchtung versehen, die weder beim Salamander noch bei der Salamanderlarve sich findet. Die Dimension von oben bis unten (dorsal-ventral) ist größer als beim erwachsenen Salamander, ein Verhältnis worin Siredon mit der Salamanderlarve übereinstimmt vgl. Fig. 24 und 25).

Innerlich finden wir nach vorn zu acht Kanäle, den Arterienbogen entsprechend: nach hinten zu schwinden allmählich die Scheidewände, die Räume verschmelzen, ohne dass übrigens, wie es scheint, bestimmte Regeln dafür existiren, welche Scheidewände zuerst

[1] Mayer, Analecten f. vergl. Anatomie, 1835, hat ähnliche Angaben.

aufhören: jedoch ist zuletzt immer eine mittlere vertikale Scheidewand allein da: hinten finden wir also zwei neben einander liegende Räume: eine Theilung des Truncus in zwei Etagen durch eine horizontale Scheidewand ist weniger scharf als bei Salamandra ausgesprochen. — Ganz distal finden wir wie gewöhnlich ein ungetheiltes Lumen.

Im proximalen Ende treffen wir zwischen den Kanälen einfache muskulöse Wände mit einer dünnen bindegewebigen Schicht überkleidet, die auch, wie es scheint, beim erwachsenen Salamander nicht fehlt und jedenfalls bei der Salamanderlarve ganz deutlich ist. Weiter nach hinten treffen wir an gewissen Stellen erst wenig starke Verdickungen dieser Schicht, erst am Knotenpunkt, an der Zusammentrittsstelle der Scheidewände, finden sie sich, später sich weiter über diese ausbreitend; die Verdickungen werden mächtiger und mächtiger und füllen distal einen großen Theil des Lumens. Die muskulöse Partie ist nicht von diesen Verdickungen berührt, die wohl dazu dienen, den Wänden eine größere Steifheit zu verleihen.

Die Fig. 25 ist ein Querschnitt ungefähr durch die Mitte des Truncus: die Abtheilungen III und IV sind an beiden Seiten schon vereinigt; man sieht die Verdickung der Wände, die schon an dieser Stelle ziemlich stark ist, aber, wie gesagt, weiter nach hinten noch stärker wird.

Von Amblystoma habe ich nur ein Exemplar untersucht. Der Conus ist innerlich und äußerlich kaum von Siredon (der Larve) verschieden (vier Klappen in der proximalen Reihe, Spiralfalte, drei distale Klappen). Der Truncus besitzt einen Überrest der linken Ausbuchtung am hinteren Ende. Er ist ferner, ähnlich wie beim erwachsenen Salamander, flacher als bei Siredon. Im Truncus finde ich nur sechs Kanäle: die bindegewebigen Verdickungen an den Scheidewänden sind zwar vorhanden, aber weniger entwickelt als bei Siredon: die Gestaltung der Räume ist ähnlich wie beim erwachsenen Salamander: die vertikale mittlere Scheidewand setzt sich aber eben so wie bei Siredon weiter nach hinten fort als die anderen. — Wir finden also, um kurz zu resumiren, dass einige von den Unterschieden, die wir zwischen dem Axolotl und dem erwachsenen Salamander fanden, Larvencharaktere sind, andere dagegen nicht (namentlich die bindegewebigen Verdickungen).

In Calori's »Anatomia dell' Axolotl«[1] findet sich Einiges über

[1] Memorie della Accad. delle Scienze di Bologna Tomo III. 1851, pag. 311—312, Tab. 24, Fig. 13.

den Conus und Truncus bei Siredon angegeben, es ist aber so dürftig, dass es sich kaum verlohnt, näher darauf einzugehen.

4) Menobranchus.

Der Conus arteriosus ist bei diesem Thiere ziemlich gerade (nicht spiralig) und verhältnismäßig nicht groß: vorn ist er durch eine Einschnürung scharf vom Truncus arteriosus geschieden: dieser ist länger als der Conus, und größeren Umfangs, etwa tonnenförmig, flachgedrückt, in seiner proximalen Partie an der ventralen Seite mit einer Längsleiste versehen[1].

Innerlich finden wir im Conus dieselben zwei Klappenreihen, wie bei Salamandra. In der vorderen Reihe fanden sich bei einem Exemplar (dem abgebildeten) die vier gewöhnlichen Klappen wieder, zwei etwas größere, zwei etwas kleinere; von einer der kleineren hatte sich jedoch ein Stück abgesondert[2] (siehe Fig. 9), so dass gewissermaßen fünf Klappen vorhanden waren. In einem anderen Exemplar fand ich in derselben Reihe fünf Klappen, von welchen jedoch zwei sehr klein waren. Von einer Spiralfalte vermisst man jede Spur. — In der distalen Reihe fanden sich bei dem abgebildeten Exemplar fünf Klappen, drei größere, eine kleinere, eine sehr kleine. Bei dem anderen Exemplar fanden sich vier Klappen, drei etwa gleich groß, die vierte etwas größer.

Was die Form der Klappen betrifft, so ist der Unterschied zwischen den zwei Reihen weniger auffallend als bei Salamandra, aber doch in der Hauptsache besteht dasselbe: Die entwickelteren Klappen der Vorderreihe sind länger als die hinteren und mit einer Längskante versehen; die der hinteren Reihe haben sehr dünne, zum Theil durchbrochene, in Fädchen aufgelöste Seitenpartien (vgl. Fig. 9).

Die Wand des Conus ist ziemlich dünn.

Die hinterste Partie des geräumigen Truncus ist wie bei Salamandra ungetheilt, der vordere Theil ist durch zwei einander ungefähr rechtwinkelig kreuzende Scheidewände in vier Kanäle getheilt (vgl. Fig. 38); die eine der Scheidewände ist beinahe horizontal, die andere vertikal; letztere geht übrigens weiter nach hinten als die

---

[1] Huxley hat (l. i. c.) eine recht gute Figur des Exterieurs des Conus und Truncus gegeben.

[2] Vgl. Triton cristatus.

andere, so dass ein Querschnitt durch eine gewisse Partie des Truncus zwei neben einander liegende Räume zeigt. Die Scheidewände haben keine Spur solcher bindegewebiger Verdickungen wie bei Siredon. Von den vier Kanälen sind die zwei ventralen kleiner als die dorsalen; von letzteren gehen die zwei Gefäße ab, die sich nachher in die zweite und dritte Kiemenarterie spalten; von den ventralen die ersten Kiemenarterien. Die zwei ventralen Kanäle entsprechen den Abtheilungen I bei der Salamander-Larve; die zwei anderen sind ohne Zweifel durch eine Verschmelzung der jederseitigen Abtheilungen II, III und vielleicht IV entstanden (vgl. Siren).

(Der »Bulbus« von Menobranchus ist schon ein paar Mal Gegenstand der Untersuchung gewesen.

V. D. Hoeven[1] sagt: »Aan den oorsprong van den slagaderlijken stam liggen drie kleine halfmaanswijze klapvliezen, en hoger op onder den bulbus [unser Truncus] weder drie dergelijke klapvliezen. In den bulbus zelven is eene vrij uitspringende en stevige plat, waardoor het kanal bijna in twee halfkanalen verdeeld wordt.« Man wird sehen, dass der Verfasser beide Klappenreihen — wenn auch unvollständig — gesehen hat; ferner hat er etwas vom Bau des Truncus gesehen.

Huxley[2] hat neuerdings den Conus und Truncus beschrieben. Er bestätigt die Angabe v. d Hoeven's, dass zwei Reihen, jede mit drei Klappen, da seien [was ja unrichtig ist] und tauft den Abschnitt, worin sie sich finden — unseren Conus — mit dem Namen Pylangium. »The bulb-like termination of the truncus arteriosus [so wird Conus + Truncus genannt] . . . is divided into four canals by two septa disposed at right angles to another, and is clearly formed by the coalescence of the aortic arches. It may therefore be termed the ‚synangium'« [pag. 203][3].

[1] Ontleed- en dierkundige Bijdragen tot de kennis v. Monobranchus. 1867, pag. 30.

[2] On the structure of the Skull and of the Heart of Menobranchus lateralis. Proc. of the Zool. Soc. of London 1874.

[3] Die Schlussbemerkung Huxley's ist nicht ohne Interesse: »Throughout the Amphibia these two constituents of the truncus arteriosus are readily distinguishable, though they vary very much in form and proportions, the pylangium being longest in proportion to the synangium in the Anura, shortest in the Peromela.«

5) Proteus.

Der Conus ist ein gerades, einigermaßen cylindrisches, nicht spiraliges Rohr. Der Truncus ist scharf abgesetzt, breiter als der Conus, ungefähr von derselben Länge (oder ein bischen länger), tonnenförmig, etwas flachgedrückt, dem von Menobranchus sehr ähnlich: hat auch denselben Längskiel an der ventralen Seite wie dieser.

Die zwei gewöhnlichen Klappenreihen im Conus finden sich auch hier; dagegen fehlt, eben so wie bei Menobranchus, die Spiralfalte. Bei zwei hierauf untersuchten Exemplaren fanden sich in der distalen Klappenreihe die gewöhnlichen drei Klappen; beim einen Exemplar (siehe Fig. 10) war aber die eine Klappe fast rudimentär. Was die proximale Reihe betrifft, so habe ich bei beiden Exemplaren eine Reduktion der typischen Zahl gefunden: eine Klappe war zu Grunde gegangen; die übrigen drei sind bei einem Exemplar alle einigermaßen gut entwickelt; beim anderen Exemplar ist die eine (siehe Fig. 10) ganz rudimentär, knötchenförmig geworden. Der Truncus verhielt sich bei zwei hierauf untersuchten Exemplaren verschieden. Bei einem war nur die vertikale Scheidewand von Menobranchus noch übrig; beim anderen war auch die horizontale da, aber nur im vordersten Ende des Truncus — eine sehr interessante Variation, der eine Fall dem Menobranchus ein Schritt ferner als der andere.

(Hyrtl[1] beschreibt den Conus und Truncus folgendermaßen: »Die Aorta entsteht an der rechten Seite der Herzensbasis, läuft eine Linie lang nach vorn, ohne, wie bei den Tritonen . . . eine leise Spiralkrümmung zu bilden. Gleich wenn sie das Herz verlässt bildet sie eine kleine Ausbuchtung, die ich den ersten Bulbus nennen will . . . . Bevor sie den Herzbeutel verlässt, schwillt sie zu einem zweiten Bulbus an [unserem Truncus], der mit jenem der Fische übereinstimmt[!]. . . . Das Stück der Aorta, welches zwischen dem hinteren und vorderen Bulbus liegt, enthält zwei Reihen halbmondförmige Klappen, deren jede aus zwei Klappen besteht.« Was Hyrtl mit dem ersten Bulbus meint, verstehe ich nicht. Die Zahl der Klappen ist unrichtig angegeben.)

---

[1] Bericht. über den Bau des Gefäßsystemes von Hypochthon Medic. Jahrb. d. Österr. Staates. 48, 1844).

6) Siren.

Der Conus ist bei Siren kurz, sehr deutlich spiralig gekrümmt. Nach vorn zu geht er in den ungefähr doppelt so langen Truncus über, von welchem er wie gewöhnlich durch eine Einschnürung geschieden ist. Der Truncus ist gerade, wenig flachgedrückt, an der Unterseite mit einem Längskiel versehen; er ist in seinem hinteren Ende etwas breiter als der Conus, mit einer Ausbuchtung links eben so wie bei Siredon versehen (vgl. Fig. 20).

Bei dem einzigen Exemplar[1], das ich untersuchen konnte, fand ich im Conus folgende Verhältnisse (Fig. 8): In der proximalen Reihe waren die gewöhnlichen vier Klappen vorhanden, von welchen eine in die Spiralfalte ausläuft: diese ist ziemlich stark entwickelt, verhält sich fast ganz wie bei Salamandra: die drei anderen Klappen der genannten Reihe sind ziemlich kurz (vgl. Proteus und Menobranchus, übrigens eben so wie bei Salamandra etc. mit einem deutlichen Wulst längs der Mitte versehen; bemerkenswerth ist es, dass auch hier die Klappe Nr. 2 entschieden die kleinste ist. — In der distalen Reihe finden sich ebenfalls vier Klappen; sie sind kurz und dünn: ob die Zahl dieser Klappen bei diesem Exemplar zugleich die normale ist, kann ich natürlich nicht entscheiden: ich halte es aber nicht für unwahrscheinlich, dass es eine individuelle Erscheinung ist (vgl. Salamandra, Siredon). — Die Wand des Conus ist auch hier ziemlich dünn.

Den Bau des Truncus werden wir an einigen Querschnitten studiren. Die Fig. 26 stellt einen Schnitt durch den Truncus nicht weit vom vorderen Ende desselben dar: man sieht hier wie in den folgenden Figuren die dunkler gehaltene muskulöse Truncuswand, von einer (helleren) bindegewebigen Adventitia (*ad*) umgeben: man sieht ferner in dieser Figur sechs Abtheilungen (die wir mit I, II und III + IV bezeichnen) — eine für jedes der austretenden Gefäße —, und findet dünne muskulöse Wände zwischen ihnen; in den Winkeln, die diese mit einander bilden, sieht man dann kleine bindegewebige Polster (*bp*). — Es sei noch bemerkt, dass die kleinen Löcher, die man in der durchschnittenen Längsfirste sieht, Durchschnitte von kleinen Gefäßen sind (die man auch an den folgenden Schnitten wiederfindet).

[1] Glücklicherweise von ansehnlicher Größe und ausgezeichneter Erhaltung.

Ein weiter nach hinten zu gelegener Schnitt Fig. 27 zeigt dieselben bindegewebigen Polster, nur stärker und weiter ausgebreitet. — In Fig. 28 sind sie noch stärker geworden.

In Fig. 29, näher dem Herzen zu, sieht man, dass die Abtheilungen II und III + IV jederseits sich vereinigt haben, jedoch bemerkt man noch die muskulösen Scheidewände zwischen ihnen, sie erreichen aber nicht mehr die Truncuswand; dann sind die bindegewebigen Polster ganz mächtig geworden.

In Fig. 30, noch weiter nach hinten, sind sie noch weit mächtiger, hier erreichen auch die Scheidewände zwischen I und II nicht mehr die Truncuswand. — In Schnitten näher dem Herzen zu als dieser ist nur noch die mediane Scheidewand übrig, mit einem enormen bindegewebigen Polster an beiden Seiten bedeckt. — Ganz dicht am Conus ist der Hohlraum des Truncus wie gewöhnlich ungetheilt.

Die physiologische Bedeutung der genannten bindegewebigen Polster kann wohl keine andere sein als die: den Scheidewänden eine gewisse Starrheit zu verleihen: daher es wohl auch kommt, dass sie hinten so stark entwickelt sind, wo nur eine mittlere Scheidewand vorhanden ist, wo also die Möglichkeit nicht fern liegen würde, dass diese zur Seite gedrückt werden, und Unregelmäßigkeiten in der Füllung der Gefäße eintreten konnten.

Man beachte wohl die Übereinstimmung, die in mehreren Stücken zwischen Siren und Siredon in den soeben beschriebenen Gebilden besteht (bindegewebige Polster, mittlere Truncus-Scheidewand: der Truncus bei Siredon ist länger wie bei Salamandra und Triton).

Es finden sich in der Litteratur zwei Beschreibungen des Conus und Truncus von Siren, nämlich von Owen[1] und Léon Vaillant[2]. Was die des letzteren betrifft, muss ich offen gestehen, dass sie mir nicht verständlich ist: die von Owen ist besser, und muss man natürlich bei einer Beurtheilung derselben in Betracht ziehen, dass sie in den dreißiger Jahren gemacht worden ist: von einer näheren Betrachtung derselben müssen wir hier abstehen.)

---

[1] On the Structure of the Heart in the Perennibranchiate Batrachia Transact. of the Zoolog. Soc. of London I. 1835, pag. 216).

[2] Mém. p. s. à l'Hist. anat. de la Sirène lacertine (Annales d. Sc. nat. Zool. 4. Sér. Tome XIX. 1863, pag. 331).

7) Rana.

Von dieser Gattung habe ich die Arten platyrrhina und esculenta untersucht: sie zeigten sich mit Ausnahme eines einzigen Verhältnisses ganz übereinstimmend. Äußerlich bemerkt man denselben Farbenunterschied wie beim Salamander zwischen dem lebenden Conus und Truncus; der Conus sieht aber mehr gerade aus wie bei jenem: die Einschnürung zwischen Conus und Truncus ist weit schärfer, die Oberfläche des Conus ist dazu runzelig, die des Truncus glatt (ein Unterschied, der besonders deutlich an Chromsäurepräparaten zu sehen ist). Die Wand des Conus ist (vgl. Fig. 13) weit dicker als diejenige des Truncus, während bei Salamandra ein Unterschied in dieser Hinsicht nicht bemerkbar ist. — Äußerlich bemerken wir noch, dass der vordere Theil des Truncus gespalten, paarig ist.

Im Conus finden wir am distalen Ende die drei gewöhnlichen Taschenklappen, die auch hier ziemlich dünn sind, breit, ohne Längswulst; also wesentlich wie bei Salamandra.

Um so größer ist der Unterschied im proximalen Theil des Conus und im Truncus. Die wichtigsten Veränderungen können kurz folgendermaßen ausgedrückt werden: Die Klappe Nr. 4 von Salamandra ist zu Grunde gegangen: Nr. 1 ist dagegen ganz mächtig entwickelt, springt stark ins Conus-Lumen hinein: dazu ist noch die horizontale Scheidewand im Truncus weiter nach hinten gewachsen, so dass ein ungetheilter Raum im Truncus gar nicht mehr vorhanden ist: der Mittelzipfel des freien Randes der Klappe Nr. 1 ist in dem Winkel zwischen der Conus-Wand und dem linken Ende des hinteren Randes der genannten horizontalen Scheidewand festgewachsen: diese ist dazu in den Hohlraum der Klappe Nr. 1 eingewachsen, wodurch letztere gewissermaßen in zwei Klappen getheilt worden ist, wovon die kleinere mit der Klappe Nr. 2 zusammen am Eingang in die den Lungenarterien zugehörige (dorsale) Abtheilung des Truncus sitzt: während der größere Theil der Klappe Nr. 1 mit Nr. 3 zusammen den Rücktritt des Blutes aus der ventralen Abtheilung des Truncus, aus den Carotiden und den eigentlichen Aortenbogen, verhindert.

Zu besserem Verständnis dieser anscheinend verwickelten Verhältnisse wollen wir die Querschnitte Fig. 14 und 15 betrachten. Fig. 14 ist ein Schnitt durch die Grenze zwischen Truncus und Conus, 1*a* und 1*b* ist die der Klappe Nr. 1 bei Salamandra ent-

sprechende Klappe, 2 und 3 entsprechen ebenfalls den gleichnamigen bei Salamandra: Nr. 4, die zwischen Nr. 1 und 3 sitzen sollte, fehlt: *trs* ist die horizontale Scheidewand des Truncus, die, wie man sieht, Nr. 1 theilt; *a* ist die Stelle, wo der Mittelzipfel derselben Klappe mit der Scheidewand und der Wand des Conus verwachsen ist. — Fig. 15 ist ein Schnitt etwas mehr nach hinten; man sieht dieselben Theile wie in der Fig. 14; aber die Klappe Nr. 1 ist nicht mehr der Wand angeheftet, der Schnitt sieht ähnlich aus wie ein Schnitt durch die entsprechende Stelle von Salamandra, mit der Ausnahme, dass Nr. 4 hier fehlt, während die Scheidewand in Nr. 1, die Fortsetzung der horizontalen Scheidewand im Truncus, hier zugekommen ist.

Nach dieser Orientirung werden wir die Beschreibung wieder aufnehmen.

Die Klappe Nr. 1 entspringt genau an derselben Stelle im Conus wie bei Salamandra; nach hinten läuft sie ebenfalls in die Spiralfalte aus. Diese ist im Vergleich mit der von Salamandra etwas modificirt. Während sie bei Salamandra eine dünne Leiste ist, die verhältnismäßig nicht tief ins Conus-Lumen hineinspringt, treffen wir hier einen ziemlich dicken Wulst, der bedeutend tiefer ins Lumen einspringt. Übrigens verhält die Spiralfalte sich wesentlich wie bei Salamandra: Sie erscheint als eine Fortsetzung der verdickten Mittelpartie der Klappe Nr. 1, und sie macht dieselbe Tour im Conus.

Die Klappe Nr. 1 ist, wie oben erwähnt, durch eine Fortsetzung der horizontalen Scheidewand des Truncus in zwei Abtheilungen getheilt — doch nicht immer. Ich habe in zwei Fällen gefunden, dass die erwähnte Scheidewand nicht in den Hohlraum der Klappe einging, so dass diese in diesen Fällen ungetheilt war: übrigens war der Mittelzipfel der Klappe wie gewöhnlich mit der Conuswand verwachsen.

Die zwei anderen Klappen (Nr. 2 und 3) bieten ein geringeres Interesse dar. Sie sind breiter als bei Salamandra — was natürlich mit dem Ausfallen der Klappe Nr. 4 in Verbindung steht — die Verdickung längs der Mitte ausgewischt (man vergleiche ihre Funktionsweise: »noduli Arantii« würden hier wenig an ihrem Platze sein): Nr. 2 sitzt genau wie bei Salamandra, scheint immer kleiner wie Nr. 3 zu sein.

Die Klappe Nr. 4 fehlt gewöhnlich. Man trifft nämlich auch hier zuweilen Spuren der ursprünglichen Verhältnisse: in Fig. 11 ist

der vordere Theil des Conus einer Rana platyrrhina ausgebreitet dargestellt: man sieht hier eine winzig kleine Klappe, ganz selbständig, — in keinem solchen Verhältnis zu einer der anderen, dass es nahe liegt, eine Abspaltung zu vermuthen, — zwischen Nr. 3 und Nr. 1 sitzend. An derselben Stelle habe ich auch in der Schnittserie von einer anderen Rana platyrrhina einen Wulst entdeckt: und endlich — und am deutlichsten — habe ich diese Klappe bei einer Larve (Schnittserie von derselben Art gefunden, wo sie, eben so wie im abgebildeten Fall, noch eine Klappenhöhlung besaß. — Dagegen habe ich sie bei keiner Rana esculenta — weder Larven noch Erwachsenen — gefunden.

Der Truncus arteriosus weicht, wie schon angeführt, erstens dadurch von Salamandra ab, dass die horizontale Scheidewand sich weiter nach hinten fortgesetzt hat. Die Abtheilung Nr. III ist mit Nr. IV verschmolzen (vgl. den Abschnitt über die Arterienbogen). Die vertikale Scheidewand zwischen den zwei Abtheilungen Nr. I und zwischen den zwei Abtheilungen Nr. III + IV wird vermisst (sie ist ganz durch die schon oben genannte Spaltung des vorderen Theiles des Truncus zerklüftet worden). Die Scheidewand zwischen dem linksseitigen Carotis- und Aortakanal (Abtheilung I und II) streckt sich länger nach hinten als die entsprechende rechterseits (vgl. Fig. 13) und eine niedrige Falte vereinigt sie mit dieser. Die ventrale Abtheilung des Truncus wird durch die erwähnte Verlängerung der linken Scheidewand zum Theil in zwei kleinere Abtheilungen geschieden, wovon die rechte die Mündungen der zwei Carotiskanäle und des rechten Aortakanals enthält, während die linke nur aus dem linken Aortakanal besteht (vgl. Fig. 13). Der Klappenverschluss der rechten Abtheilung wird wesentlich durch die Klappe Nr. I*a* besorgt, der der linken Abtheilung durch Nr. 3; öfters ragt der dünne vordere Rand der genannten Klappen in die bezüglichen Truncus-Abtheilungen hinein. — Noch bemerke ich, dass während bei Salamandra die Abtheilungen I und II neben einander liegen, liegt hier diese mehr über jener (vgl. Fig. 13).

Es lag außerhalb der Aufgabe, die ich mir gestellt hatte, den ganzen Entwickelungsgang des Conus zu studiren. Ich habe jedoch einige frühere Stadien untersucht, die Möglichkeit im Auge behaltend, einzelne Stufen zu finden, die den bei den Urodelen vorhandenen Verhältnissen näher ständen, als dies mit den beim erwachsenen Frosch vorgefundenen der Fall ist. Ich habe auch eine solche gefunden.

Von Rana esculenta habe ich Larven mit kleineren oder größeren Hinterfüßen, aber mit den Vorderfüßen in der Kiemenhöhle versteckt, untersucht; ich habe den Conus solcher sowohl einfach geöffnet und mit der Lupe und schwachen mikroskopischen Vergrößerungen (bei auffallendem Licht) untersucht, ferner auch Schnittserien studirt. Wie schon oben erwähnt, habe ich bei solchen eine vierte Klappe — die man jedenfalls zu finden hoffen könnte — nicht gefunden. In anderer Hinsicht waren aber die Thiere interessant; es zeigte sich nämlich, dass die Klappe Nr. 1 nicht an der horizontalen Truncusscheidewand und zur Conuswand festgewachsen war, ferner dass die genannte Scheidewand nicht in die Klappe eingewachsen war, vielmehr mit freiem Rande vor derselben endigte. Die Klappe Nr. 1 war kleiner als später, ragte auch weniger tief ins Conuslumen hinein. Der Abstand zwischen Nr. 1 und 3 — wo Nr. 4 Platz gehabt haben sollte — ist größer als beim Erwachsenen, wo sie proximal ganz nahe an einander rücken. — Von der fehlenden vierten Klappe abgesehen, bestehen also Verhältnisse, die stark an Salamandra erinnern. Die Fig. 16 soll dieses Verhältnis illustriren. Sie stellt einen Schnitt durch das vordere Ende des Conus einer solchen Larve vor; ist von hinten gesehen (umgekehrt im Vergleich mit den Fig. 14 und 15). Man sieht in der Tiefe die Scheidewand, die ganz frei endigt; man sieht ferner die drei Klappen, von welchen Nr. 1 sich durch die Masse des rechten Flügels auszeichnet; man sieht, dass während Nr. 1 ganz nahe an Nr. 2 sitzt und diese wieder an Nr. 3, dies nicht der Fall mit Nr. 1 und Nr. 3 ist; und wenn man einen folgenden Schnitt nimmt, ist der Abstand zwischen diesen zwei Klappen noch weit größer, während wir dann noch finden, dass Nr. 1 und 2, Nr. 2 und 3 eben so nahe an einander sitzen.

Es erhellt, dass die geschilderten Befunde bei den Larven die oben gegebene Erklärung der bei den Erwachsenen obwaltenden Verhältnisse vollkommen bestätigen. Dass die vierte Klappe von Salamandra bei Rana wirklich eliminirt ist und nicht etwa mit Nr. 1 oder Nr. 3 verschmolzen — was schon dadurch sehr wahrscheinlich wurde, dass hin und wieder bei Rana platyrrhina eine vierte Klappe auftrat — wird hier weiter bestätigt durch den Abstand zwischen Nr. 1 und 3: und dass die Klappen Nr. $1a + 1b$ wirklich nur eine sind, wird uns so zu sagen vor die Augen geführt.

Bei Bufo vulgaris habe ich genau dieselben Verhältnisse, die bei Rana typisch waren, gefunden.

Auch Bombinator wich kaum von Rana ab. Ich notire, dass ich von der bei Salamandra so deutlichen, bei Rana ganz gespalteten (und desshalb anscheinend vermissten) vertikalen Scheidewand zwischen den zwei Carotiskanälen hier eine Spur fand. Von der Klappe Nr. 4 habe ich auch hier nichts gesehen.

(Der »Bulbus« von Rana ist verhältnismäßig — allerdings nur was das Thatsächliche betrifft und dann nur bezüglich der Verhältnisse beim Erwachsenen — recht gut bekannt. Es ist namentlich Brücke[1], der ihn sorgsam untersucht hat. Er erwähnt [pag. 355] die drei »Semilunarklappen« am »Ostium arteriosum«. Unsere Spiralfalte bespricht er folgendermaßen: »In demselben [d. i. dem Bulbus] befindet sich eine unvollkommene Scheidewand .... Dieselbe erstreckt sich durch die ganze Länge des Bulbus [diese Bemerkung ist nicht ganz genau] und hat einen oberen linken angehefteten und einen unteren rechten freien Rand [einigermaßen richtig]. Die Ebene dieser Scheidewand ist gewunden, so dass der freie Rand die Figur eines römischen S bildet [die S-Form ist jedoch, wie man aus meiner mit Beihilfe des Prisma gezeichneten Figur sieht, nicht sehr ausgeprägt]. Die Konvexität der vorderen Krümmung dieses Randes ist nach unten und links, die Konvexität der hinteren Krümmung nach oben und links[2] gewendet. Das hintere Ende des freien Randes schließt sich an die untere linke Seite des Ostium arteriosum, und hier ist die Scheidewand mit der ihr zunächst liegenden Semilunarklappe durch ein äußerst zartes Bändchen verbunden.« Es ist vermuthlich ein Klappenfädchen, das Brücke zu dieser Bemerkung Veranlassung gegeben hat. »Nach vorn zu breitet sich die Scheidewand in eine häutige Tasche [unsere 1 *a*] aus, welche als Semilunarklappe vor dem Eingange in die Körperschlagadern liegt.« Auch unsere Klappe Nr. 3 wird erwähnt. Ferner schreibt er [pag. 356]: »Der Eingang in den dritten der Arterienkanäle, welchen ich Canalis pulmonalis nennen will, liegt nach links und hinten vom Septum bulbi und ist mit einem eigenen Paare von Semilunarklappen [1 *b* und 2] versehen ... so dass sich also am oberen Ende des Bulbus im Ganzen nicht drei, sondern vier Semilunarklappen [1 *a*, 1 *b*, 2, 3]

[1] Beiträge zur vergl. Anatomie und Physiolgie des Gefäßsystemes. Wiener Denkschr. Math.-Naturw. Kl. III. Band 1852.

[2] Offenbar ein Schreibfehler für rechts.

sich befinden.« Wie man sieht hat Brücke — was von seinem nur physiologischen Standpunkt aus nicht gut anders möglich war — kein Auge gehabt für die Zusammengehörigkeit der Klappen 1 *a* und 1 *b*. Die Figur Brücke's ist nicht gut.

Auch Fritsch[1] hat über den »Bulbus« von Rana Bemerkungen gemacht, die theilweise unrichtig sind, theilweise mir unverständlich blieben, so dass ich von einer Besprechung derselben abstehen muss.

In einer schönen geistvollen Arbeit von Sabatier[2] treffen wir wieder eine Beschreibung des Rana-Bulbus; in dieser, die im Ganzen nicht sehr von der Brücke's abweicht, finde ich ein paar unrichtige Bemerkungen, die ich, weil sie in einer so tüchtigen Arbeit stehen, nicht unerwähnt lassen kann. Pag. 15: »L'extrémité antérieure épaissie de la cloison forme le plus souvent un godet, comme l'a décrit Brücke, et c'est au bord de ce godet que vient ordinairement adhérer une des valvules antérieures du bulbe. Mais cette disposition en godet n'existe pas toujours, et on trouve quelquefois une disposition semblable à celle que représente la fig. 1 [Pl. I], c'est à dire que la valvule ne se rattache à la cloison dépourvue de godet que par son angle gauche.« Diese Bemerkung ist zweifellos unrichtig; die Spiralfalte ist bei Rana immer — wie überhaupt bei den Amphibien — eine direkte Fortsetzung der Klappe Nr. 1. — Ferner ist die Beschreibung der ventralen Partie des Truncus unrichtig; er beschreibt [pag. 19] ein »cloison« mit »un bord adhérent supérieur et un bord libre inférieur«, offenbar die hintere Partie der Scheidewand zwischen dem linksseitigen Carotis- und Aortakanal, die aber nicht un bord libre inférieur besitzt [oder höchstens an seinem hintersten Ende einen solchen ganz kurzen besitzt]; die Folgerung, die Sabatier daraus zieht, dass nämlich in den linken Aortakanal dem zufolge [vide pag. 20] eine geringere Quantität helles Blut eingehen sollte, welche sehr ingeniös aussieht, fällt damit weg. Seine Figuren von Anuren sind nicht gut.)

8) Pipa.

Pipa hat einen ganz kurzen Conus, der vom Truncus, wenn man die lose bindegewebige Umhüllung entfernt, äußerlich scharf

[1] Zur vergleichenden Anatomie des Amphibienherzens. Müller's Archiv 1869, pag. 708—710.

[2] Études s. le Coeur d. la Série d. Vertébrés. Montpellier 1873.

geschieden ist. — Im Conus finde ich Verhältnisse, die sich im Ganzen denen von Rana anschließen. In der hinteren Klappenreihe[1] sind zwei große und zwei kleine Klappen vorhanden, was wahrscheinlich ein individuelles Verhältnis ist; die zwei kleinen entsprechen wohl einer der drei Klappen vom Frosch. Die Spiralfalte ist, der Kürze des Conus gemäß, kürzer als beim Frosch, springt auch hinten weniger stark ins Lumen ein. Die vier Klappen der vorderen Reihe von Salamandra sind alle vorhanden, und zwar ist die Klappe Nr. 4 keineswegs eine rudimentäre zu nennen. Die Klappe Nr. 1 bietet dasselbe Verhalten wie bei Rana dar, die horizontale Scheidewand des Truncus ist in sie eingewachsen und der Mittelzipfel der Klappe am linken Ende der Scheidewand und an der Conuswand festgewachsen. Die anderen Klappen sind kurz und breit wie bei Rana. Der vordere Rand der Klappe Nr. 1 *a* zieht sich rechts in den Truncus (natürlich in die ventrale Abtheilung desselben) schräg hinauf; von der Klappe Nr. 3 — es heißt von der Partie der Klappe, die Nr. 4 am nächsten liegt — geht eine ähnliche Fortsetzung des Randes aus, der genannten Verlängerung von 1 *a* entgegen[2]. Es erhellt, dass die Klappe Nr. 4 durch diese Einrichtung für die Zurückstauung des Blutes eine sehr geringe oder gar keine Rolle spielen kann und in der That finden wir den Raum dieser Klappe sehr unbedeutend.

Der unpaare Theil des Truncus ist im Gegensatz zu Rana ziemlich lang; er ist in seiner ganzen Länge von der horizontalen Scheidewand getheilt: vorn spaltet er sich in zwei Äste, von welchen jeder durch zwei Scheidewände in drei Räume getheilt ist (I, II, III + IV, Carotis-, Aorta-, Pulmonalis-Kanal). (Bei dem einen Exemplar finde ich eine allerdings nicht sehr hervortretende Anschwellung an jedem der zwei Truncusäste, beim anderen nicht; vielleicht ist dies nur ein ganz zufälliges Verhältnis.)

Vom Pericard wird außer dem kurzen Conus noch sowohl der unpaare, wie auch, wenigstens zum größten Theil, der paarige Truncus umschlossen. Das Pericard hat vorn eine Ausbuchtung, die durch eine seichte Einbuchtung unvollkommen in zwei seitliche

---

[1] Ich habe zwei Exemplare untersucht, ein männliches und ein weibliches. Die Präparation des letzteren verunglückte theilweise, so dass die obigen Angaben, was die Zahl der Klappen betrifft, nur nach dem männlichen Exemplar gemacht sind. Übrigens stimmten sie mit einander überein.

[2] Dieses Verhältnis finde ich bei beiden untersuchten Exemplaren, so dass die Einrichtung sicher konstant ist.

Hälften getheilt erscheint [Fig. 17 *per*]; innerlich sind diese übrigens wieder in mehrere kleinere zum Theil zusammenhängende Räume gesondert. Die Ausbuchtungen sind, wie das ganze Pericard, außen glatt und ihre Außenfläche geht glatt in die sich trennenden großen Gefäße über. Diese Ausbuchtungen [deren etwaige physiologische Bedeutung mir unbekannt geblieben] beschreibe ich nur desshalb, weil sie es wahrscheinlich sind, die MECKEL[1] zur folgenden Angabe veranlasst haben: »Bei der Pipa ... schwillt ... jeder Seitenstamm beträchtlich an, ehe er sich in Körper- und Lungenpulsadern spaltet«. Der Irrthum, den MECKEL hier begangen hat, ist übrigens ein ganz verständlicher: im ersten Augenblick glaubte auch ich, dass es eine Anschwellung der Truncusäste wäre, bis die nähere Untersuchung Anderes ergab.)

9) Coecilia (annulata).

Der Conus arteriosus ist bei Coecilia sehr kurz (vgl. Fig. 49). Vorn ist er durch eine Einschnürung vom langen Truncus abgegrenzt; hinten geht er, ohne äußerlich scharf davon geschieden zu sein, in den Ventrikel über.

Innerlich finden wir eine sehr interessante Modifikation der sonst bei den Amphibien obwaltenden Verhältnisse. Es findet sich nämlich nur eine Klappenreihe, die fast die ganze Wand des Conus einnimmt. Ich habe zwei Exemplare untersucht: bei einem fanden sich drei Klappen, alle gut entwickelt; im anderen (Fig. 18) drei große, eine kleine und endlich ein Rudiment einer fünften, offenbar als ein abgetrenntes Stück einer der anderen zu betrachten. — Eine Spiralfalte fehlt.

Man wird sehen, dass der Conus hier starke Reduktion erfuhr. Es fragt sich, ob es die vordere oder hintere Reihe ist, die hier übrig blieb. Die Form der Klappen — man betrachte namentlich die kleine mit dem bestimmt ausgeprägten Mittelkiel — macht mich zu der Annahme geneigt, dass es die vordere Reihe ist, die wir vor uns haben.

Der Truncus ist durch zwei sich kreuzende Scheidewände, eine horizontale und eine vertikale, in seiner vorderen Partie in vier Kanäle getheilt, von diesen sind die zwei rechten die größeren (die weiteren), die zwei linken kleiner — eine Schiefheit, die man

[1] MECKEL, System der vergl. Anatomie. Fünfter Theil, 1831, pag. 234.

bekanntlich auch in anderen Organen wiederfindet. Die zwei ventralen Abtheilungen sind die Räume I und II von Salamandra, die jederseits mit einander verschmolzen sind; die dorsalen sind die Kanäle Nr. IV (vgl. die Beschreibung der Arterienbogen von Coecilia); diese vier Räume entsprechen somit keineswegs den vier Räumen im Conus von Menobranchus. Nach hinten setzt sich die vertikale Scheidewand bedeutend länger fort als die horizontale, eine hintere Partie des Truncus ist somit in zwei neben einander liegende Räume getheilt, von welchen, wie man begreift, wieder der rechte größer ist als der linke. Ganz hinten verschmelzen natürlich auch diese zwei zur gewöhnlichen kurzen ungetheilten Truncus-Abtheilung.

Über den »Bulbus« der Coecilien liegen mehrere Berichte vor. Rathke[1] erwähnt das Organ nur ganz kurz, Stannius[2] hat weitere Angaben: »Ein langer muskulöser Bulbus, an dessen Ausgangsstelle ein Klappenapparat liegt, beginnt eng und erweitert sich später. Die vordere Hälfte seines Hohlraumes ist durch ein queres Septum, dessen hinterer Rand frei ist, in zwei Räume getheilt, in einen oberen oder dorsalen und einen unteren oder ventralen.« Dass zwei sich kreuzende Scheidewände vorhanden sind, hat Stannius übersehen; die anderen Bemerkungen sind, so weit sie gehen, richtig. Endlich haben wir Angaben von Wiedersheim[3]. Er beschreibt eine »Auftreibung, in welcher wir den schon bei den Fischen in weitester Verbreitung vorkommenden Bulbus arteriosus wieder erkennen [sic!]. Er ist von dichten Ringmuskelfasern umsponnen, und in seinem Inneren finden wir zwei Reihen von taschenförmigen Klappen, deren ich im Ganzen sechs zähle, immer zwei über einander . . .«. Dieser Angabe, dass in der »Auftreibung«, die, wie man verstehen wird, mein Conus ist, sich zwei Reihen von Klappen finden, muss ich entgegentreten; Wiedersheim hat, eben so wie ich, Siphonops vor sich gehabt und für diesen kann ich mit vollkommener Sicherheit behaupten, dass nur eine Reihe vorhanden ist; außerdem hat er aber Epicrium studirt, so dass es möglich ist, dass obige Angabe sich nur auf dieses Thier bezieht und dass hier wirklich zwei Reihen sich finden — was ich freilich nicht für wahrscheinlich halte.

---

[1] Bemerkungen über mehrere Körpertheile der Coecilia annulata. Müller's Archiv 1852, pag. 353.

[2] Handbuch der Zootomie von v. Siebold und Stannius. Zweite Aufl., Zweiter Theil, Zweites Buch. 1856, pag. 222.

[3] Die Anatomie der Gymnophionen. 1879, pag. 78—80.

— Die Septa im Truncus werden richtig erwähnt, die Schiefheit derselben scheint er aber übersehen zu haben.)

10) Allgemeines über den Conus und Truncus der Amphibien; ihr Verhältnis zu denen von Ceratodus; Physiologisches.

Im Vorhergehenden habe ich eine Reihe verschiedener Coni und Trunci vorgeführt, Gebilde, die innerhalb der kleinen Amphibiengruppe in nicht ganz geringen Modifikationen auftreten. — Es erhebt sich jetzt die Frage: welcher der hier betrachteten Zustände ist der ursprünglichere, der, von welchem die anderen abzuleiten sind? Um hierauf eine Antwort zu geben, ist es, glaube ich, naturgemäß, sich zu den nächst niedrigeren Verwandten der Amphibien zu wenden; ich glaube solche in den Dipnoi zu finden.

Bei Ceratodus[1] fand ich, was erst den Conus betrifft, Verhältnisse, die kurz folgendermaßen zusammengefasst werden können. Der Conus war spiralig gedreht und zwar so, dass die Achse der Spirale eine in der Wand des Conus liegende Linie war; die Achse war dann ungefähr in ihrer Mitte wie geknickt, was natürlich auch auf die Gestalt des ganzen Conus Einfluss hatte. Längs der Achse fanden wir im Conus eine Reihe von acht Klappen, von welchen die sechs hinteren stark ins Lumen einsprangen; die ganze Reihe nennen wir die Longitudinalfalte. Im vorderen Ende des Conus fanden sich zwei Querreihen von Taschenklappen, vier in jeder; zwei dieser acht Klappen gehörten zugleich zur Longitudinalfalte. In der Mitte des Conus war eine Partie, an der keine Querreihen von Klappen sich fanden; im hinteren Ende desselben trafen wir wieder einige solche an.

Gehen wir von einem solchen Conus aus, der jedoch eine nicht geknickte Achse hat. Denken wir uns die Longitudinalfalte bestehend, aber sonst die übrigen Klappen so weit reducirt, dass nur eine vorderste und eine hinterste Querreihe übrig bleibt. Denken wir uns ferner die sieben vordersten Klappen der Longitudinalfalte zu einer einheitlichen einfachen Falte verschmolzen, so dass nur die vorderste derselben sich noch als Klappe präsentirt, während die sechs anderen gewissermaßen nur als Appendix derselben erschei-

[1] Man vgl. meine Abhandlung im sechsten Bande des Jahrbuches: »Über Conus etc. bei Cerat. und Protopt.«

nen: denken wir uns, dass die achte, hinterste Klappe zu einer mit den anderen derselben Querreihe gleichwerthigen nicht besonders hervorspringenden herabsinkt, endlich den ganzen Conus beträchtlich verkürzt — und wir haben die wesentlichsten Züge des Conus von Salamandra.

Die hier aufgeführte Erklärung ist das Ergebnis einer genauen und direkten Vergleichung zwischen dem Conus von Salamandra und dem von Ceratodus. Die Spiralfalte macht bei beiden Thieren, wenn man von der, die Auffassung allerdings erschwerenden, Knickung bei Ceratodus absieht, fast genau dieselbe Tour im Conus, rechts vorn anfangend; aber indem die Spiralfalte bei Salamandra nach hinten zu niedriger wird und die letzte Klappe gar nicht mehr in ihr aufgenommen ist, wird das Resultat allerdings gewissermaßen ein von Ceratodus sehr abweichendes und die Spiralfalte bei Salamandra erscheint als ein sehr unvollständiges Septum der vorderen Partie des Conus. — Die große Ähnlichkeit, welche die vorderste Reihe von Klappen bei Ceratodus mit der entsprechenden bei Salamandra, sowohl was Form so wie was Zahl betrifft, darbietet, ist ein Verhältnis, das natürlich nicht von eben demselben Werth wie das Verhalten der Spiralfalte ist, aber doch eine für die Vergleichung nicht ganz unwichtige Thatsache ist. Trotz aller Verschiedenheit finden wir somit eine bedeutende Übereinstimmung zwischen dem Conus von Salamandra und dem von Ceratodus; eine geringere bietet der Conus von Salamandra im Vergleich mit dem von Protopterus und Lepidosiren dar und nur sehr entfernte Beziehungen zu anderen Fischen.

Es ist somit klar, dass, wenn wirklich — und ich werde später andere sehr wichtige Thatsachen vorführen, die eine solche Auffassung stützen, — die erwähnten Ähnlichkeiten nicht Analogien sondern wirkliche Kennzeichen einer Verwandtschaft sind, dass dann, sage ich, die Form des Conus, die wir bei Salamandra, Amblystoma (Siredon), Siren und wohl manchen anderen finden, als die primitivere aufzufassen ist, während die Formen, die wir bei Menobranchus und Proteus treffen, noch mehr die von Coecilia, als Rückbildungen aufzufassen sind. — Das Verhältnis des Conus der Anuren zu dem von Salamandra ist schon oben ausführlich geschildert worden.

Sehen wir auf die hier entwickelten Betrachtungen zurück, so können wir sie kurz folgendermaßen zusammenfassen: Der Typus des Amphibien-Conus ist ein spiraliges Rohr mit einer Querreihe von Klappen an jedem Ende, von welchen eine in der vorderen

Reihe in eine Falte, deren Anheftungslinie die Achse der Spirale vorstellt und die aus verschmolzenen Klappen entstanden ist, sich fortsetzt. Von diesem Typus leitet sich einerseits der höher entwickelte Conus der Anuren ab, andererseits die rückgebildeten bei (Triton), Menobranchus, Proteus, Coecilia; die Rückbildung besteht in einer Verwischung der Spirale, so dass ein einfaches cylindrisches Rohr resultirt, ferner in einer Reduktion und gänzlichem Schwund der Spiralfalte; endlich (Coecilia) im gänzlichen Verschwinden der einen Klappenreihe und damit zusammenhängender Verkürzung des Conus.

Bevor ich zum Truncus übergehe, nur noch ein Wort über die Zahl der Klappen. Der Typus ist: vier Klappen in der vorderen Reihe, drei in der hinteren. Aber häufig finden wir individuelle Abweichungen, die Zahl wird vergrößert[1]; bei Menobranchus scheint dies sogar, wenn man nach zwei Exemplaren eine Regel aufstellen darf, das Gewöhnliche. Diese Vermehrung, haben wir in einigen Fällen gesehen, hatte ihren Grund in der Spaltung einer Klappe in zwei; in anderen Fällen konnte solches nicht nachgewiesen werden und man kann dann hier entweder annehmen, dass doch eine Spaltung der Grund ist, oder dass die Vermehrung atavistisch ist; ich bin zu jener Annahme geneigt. — Interessant ist es, dass die größte Variirung in der Zahl etc. der Klappen bei denjenigen Formen stattfindet, die im Ganzen und nicht am wenigsten im Gefäßsystem — wir kommen später hierauf zurück — sich als verkümmerte zeigen (Menobranchus, Proteus, Coecilia); eben so wie ich bei Ceratodus und Protopterus eine lebhafte Zerspaltung einiger der kleinen, ziemlich funktionslosen Klappen, eine Verschmelzung anderer derselben beobachtete.

Der Truncus von Ceratodus ist ein winzig kurzes einfaches Rohr, von dessen vorderem Ende die Kiemenarterien entspringen. Lassen wir diese eine kurze Strecke weit mit einander verschmelzen, jedoch so, dass ihre Lumina sich separat halten und denken wir uns einen Querschnitt davon (vgl. Fig. 11 meiner Ceratodus-Abhandlung), so bekommen wir ein Bild, das dem eines Querschnittes der getheilten Partie eines Salamander-Truncus mit acht Kanälen genau entspricht: dieselbe gegenseitige Lagerung der Theile, nur das Kaliber der einzelnen Abtheilungen ist bei Salamandra ungleicher. — Diese Betrachtung lehrt uns, dass der Name Truncus, streng genommen nicht auf das so von uns bezeichnete Gebilde bei Salamandra und den anderen Amphibien passt: es ist vielmehr nur die kleine ungetheilte

[1] Seltener treffen wir eine Verringerung (Rana, Proteus).

hintere Partie desselben, die den Namen verdient, das heißt dem Truncus der Fische entspricht. Sie lehrt uns ferner, wie nahe auch in diesem Punkt die Amphibien dem Ceratodus stehen; bei keiner anderen Fischgruppe wie den Dipnoi findet man meines Wissens etwas Ähnliches. Sie lehrt uns endlich, falls diese Übereinstimmung mehr als eine Analogie ist, dass die »Truncus«-Formen (wir werden der Einfachheit halber diesen Namen doch aufrecht halten), die wir bei den Perennibranchiaten finden, keineswegs als primitive gelten können, vielmehr den entsprechenden Gebilden bei Ceratodus entschieden entfernter stehen als der Truncus von Salamandra; man beachte wohl diesen Punkt, worauf wir übrigens später zurückkommen.

Obgleich unsere Aufgabe in erster Reihe eine morphologische ist, können wir doch nicht diesen Abschnitt schließen, ohne einen Blick auf die physiologischen Verhältnisse des Conus und Truncus zu werfen.

Die Mechanik des Herzens und des Conus der Amphibien ist bisher eigentlich nur für Rana (Bufo) studirt. Bei dieser ist er aber auch um so sorgfältiger behandelt worden, namentlich von Brücke und Sabatier, in deren bei der Beschreibung des Rana-Conus citirten schönen Arbeiten. Ersterer hat eine Erklärung der von ihm sicher im Wesentlichen richtig beobachteten physiologischen Vorgänge gegeben, eine Erklärung, die, wie Sabatier bemerkt, »ingénieuse« und »séduisante« ist; letzterer hat die Brücke'sche Erklärung eingehend kritisirt und eine andere, wie es mir scheint bedeutend einfachere und den Thatsachen besser entsprechende, dafür substituirt. Betrachten wir diese, oder jedenfalls die Hauptzüge derselben.

Es ist eine Thatsache, dass der Conus beim Frosch in dem Augenblick, da die Ventrikelsystole anfängt, eben im Begriff ist zu erschlaffen. Das Blut, das dann in den Conus tritt, ist dunkel, es kommt von der rechten, der dem Conus am nächsten liegenden Seite des Ventrikels, die ihr Blut von der rechten Vorhofsabtheilung aufgesaugt hat. Das Blut wird nothwendig, der Anheftungsweise der Spiralfalte gemäß (vgl. Fig. 13 und Fig. 2), erst zu der rechten (ventralen) Seite derselben gelangen; indem aber der schlaffe Conus sich unter dem Blutdrucke erweitert, ist die Spiralfalte nicht im Stande die linke (dorsale) »Abtheilung« des Conus von der anderen abzusperren; das Blut wird sich über den scharfen Rand der Spiralfalte stürzen, so dass

ein Theil dieses dunklen Blutes in die dorsale, die Pulmonalis-Abtheilung des Truncus gelangt: eine andere Partie desselben wird selbstverständlich in die ventrale Abtheilung des Truncus gelangen. — Jetzt fängt aber die Conussystole an, die scharfe Kante der Spiralfalte drückt sich an die Wand des Conus: es wird demnach unmöglich für das nachfolgende, helle, aus der linken Seite des Ventrikels stammende Blut in die Pulmonal-Abtheilung des Truncus einzudrängen: es passirt alles in die Carotiden und Aortenbogen. — Dies scheint mir die Hauptsache: die Carotiden und Aorta empfangen eine gemischte Blutmasse, die Pulmonalarterien eine ganz dunkle oder jedenfalls eine ausschließlich vom rechten Atrium stammende (vgl. den Abschnitt C. 2). Übrigens scheint es, dass die Pulmonalarterien am Anfang der Ventrikelsystole speciell gut geeignet sind eine größere Blutmasse zu empfangen; SABATIER macht in dieser Hinsicht folgende schöne Bemerkung: »Il est clair que pendant ce second temps de la circulation bulbaire la rampe pulmonaire ne reçoit pas de sang: celui qui se trouve introduit primitivement dans les artères pulmonaires a donc le temps de s'écouler sous l'influence de la contraction des parois artérielles. Les troncs pulmonaires se vident ainsi presque entièrement, et le début d'une nouvelle systole ventriculaire trouve le système pulmonaire presque vide et dans un état de tension si faible, qu'il est apte à donner facilement accès au sang noir que lance dans le bulbe le premier moment de la systole.«

So sind also die Verhältnisse bei Rana nach den sehr wahrscheinlichen Deutungen SABATIER's. Indem wir uns zu der von den Früheren nicht behandelten Salamandra wenden, bemerken wir, dass die Spiralfalte hier lange nicht die Entwicklung hat, wie bei Rana und wohl kaum, auch nicht wenn der Conus zusammengezogen ist, je mit ihrem Rand die Conuswand erreichen kann; schon desshalb muss auch von dem Blut aus der linken Seite des Ventrikels etwas in die Lungenarterien passiren. Ferner ist die horizontale Scheidewand im Truncus nicht so weit nach hinten fortgesetzt wie bei Rana, so dass im Anfangstheil wieder eine Mischung des Blutes, das zu den Lungenarterien und desjenigen, welches zu den Carotiden und zur Aorta dirigirt ist, stattfinden muss; jedenfalls wird es erhellen, dass, wenn auch hier die Trennung zweier Blutarten gewissermaßen angestrebt ist, die Mischung jedoch eine sehr hochgradige, oder vielleicht richtiger: die Trennung eine äußerst unvollkommene sein muss. — In bester Übereinstimmung mit diesem

Ergebnis: dass die Spiralfalte nur einen geringen Werth bei Salamandra besitzt, steht die vorhin aufgeführte Thatsache, dass sie bei Triton ganz verkümmern kann. — Die Spiralfalte bei Siren, die, wie es aus Fig. 8 erhellt, ganz gut entwickelt ist, scheint ohne jegliche Bedeutung; denn wenn wir auch vorläufig davon absehen, dass es sehr zweifelhaft erscheint, ob das Thier überhaupt seine Lungen als Respirationsorgane anwendet[1], so dass es also auch zweifelhaft wird, ob überhaupt respirirtes Blut in das linke Atrium kommt, ist es doch jedenfalls klar — man vergleiche die Querschnitte des Truncus, Fig. 26—30 — dass, wenn auch eine gewisse Scheidung im Conus bewerkstelligt würde, doch das Blut wegen des Baues des Truncus gründlich gemischt werden müsste. — Wir werden übrigens über die Frage von der Scheidung zweier Blutarten bei den Amphibien in einem anderen Abschnitte wieder einige Worte sprechen.

B. Arterienbogen.

1) Salamandra.

a. Die Larven.

Ehe ich zur Beschreibung der Kiemengefäße übergehe, werde ich die Kiemen und die übrige Ausstattung der Kiemenbogen betrachten. Es finden sich vier Kiemenlöcher jederseits, je eins zwischen dem Zungenbeinbogen und den ersten Kiemenbogen, zwischen dem ersten und zweiten Kiemenbogen, zwischen dem zweiten und dritten und endlich zwischen dem dritten und vierten. Am inneren Rande des ersten Kiemenbogens findet sich eine Reihe nach hinten gerichteter, nicht zahlreicher kleiner Höcker[2], den »gill-rakers« von Ceratodus und Protopterus homolog; am zweiten Bogen zwei Reihen solcher, die Höcker der einen dieser Reihen sind nach vorn gerichtet und greifen zwischen die des ersten Bogens ein; die der anderen Reihe sind nach hinten gerichtet. Am dritten Bogen sind ebenfalls zwei Reihen, die sich eben so verhalten wie die am

[1] Vergleiche den letzten Abschnitt (C. 1).

[2] Diese Höcker bestehen nicht aus Knorpel, vielmehr aus einer eigenthümlichen rigiden Modifikation des fibrillären Bindegewebes. Man findet eine feste durchsichtige Grundsubstanz mit schönen Kernen und spärlichen feinen Fibrillen, Knorpelzellen fehlen aber ganz; und die Höcker sind keineswegs Fortsätze vom knorpeligen Kiemenbogen.

zweiten Bogen; am vierten Bogen ist nur eine Reihe vorhanden, die Höcker natürlich nach vorn gerichtet, zwischen die der hinteren Reihe des dritten Bogens eingreifend. Am hinteren Rande aller vier Kiemenbogen sitzt eine dünne häutige Lamelle, die wir als Kiemenplatte bezeichnen wollen; und am oberen Ende jedes der drei ersten Bogen finden wir eine Kieme.

Vom Zungenbeinbogen geht eine ziemlich derbe Hautfalte aus, die unten am Halse mit ihrem Gegenüber verbunden ist; durch diese Falte, die wir ganz gut als Kiemendeckel bezeichnen können, da es dem gleichnamigen Gebilde der Ganoiden (Dipnoi) und Teleostier entspricht, werden die erwähnten dünnen Kiemenplatten größtentheils bedeckt; dagegen stehen die Kiemen ganz frei.

Um sicher zu sein, ganz unversehrte Kiemen vor uns zu haben, werden wir erst die Kiemen bei noch nicht ganz ausgetragenen Larven, die aus dem Uterus genommen sind, betrachten. An einem kurzen Stamm sitzen zwei Reihen langer schmaler Blätter, deren eine Fläche nach oben (und etwas dem Stamm zu), die andere nach unten (und etwas vom Stamm weg) gerichtet sind[1]; die Blätter sitzen somit nicht ganz wagerecht, aber ein bischen geneigt, in verschiedenem Grade; der Stamm endigt gewöhnlich mit einem eben solchen Blatt; die Spitzen der Blätter sind nach hinten und außen (im Verhältnis zur Achse der Kieme) gerichtet. — Sobald man solche aus dem Uterus genommenen Larven in Wasser setzt, bemerkt man, dass die Kiemenblättchen ganz rapid sich verkleinern und somit treffen wir denn auch später statt der langen Kiemenblätter der Uteruslarven ziemlich kurze Blätter, aber sonst — wenn anders die Kiemen, was allerdings sehr häufig, vielleicht in der Regel der Fall ist, nicht durch äußere Eingriffe verstümmelt sind — Verhältnisse, die den so eben beschriebenen ganz ähnlich sind[2]. — Ich bemerke, dass die erste Kieme die kleinste, die letzte die größte ist.

Gehen wir demnächst zur Schilderung der Gefäße über (vgl. Fig. 31).

---

[1] Also ungefähr wie die Strahlen einer Feder.

[2] Die Länge der Kiemenblätter bei den Larven im Uterus — die Rusconi räthselhaft war — erklärt sich leicht durch die ungünstigeren Respirationsbedingungen, die im Uterus obwalten. Als analoges Verhältnis, durch ähnliche Umstände bedingt, können die fadenförmigen Verlängerungen der Kiemenblätter der Selachierembryonen, die sogenannten »äußeren« Kiemen, herangezogen werden.)

Vom Truncus arteriosus gehen nach jeder Seite vier Gefäße aus, die erste bis dritte Kiemenarterie und der vierte Arterienbogen (*1a—3a, 4*): die dritte Kiemenarterie ist nicht, wie es bisher dargestellt wurde, mit dem vierten Arterienbogen eine Strecke weit verschmolzen; beide Gefäße entspringen vielmehr für sich aus dem Truncus (was übrigens schon durch die im vorigen Abschnitt dargestellten Thatsachen selbstverständlich wird); allerdings sieht es aus, als wären sie in der Nähe des Truncus vereinigt, wenn man das Thier von unten betrachtet und alle Gefäße ganz ungestört gelagert sind, denn in dieser Lage ist der medianste Theil des vierten Bogens von dem Anfangstheil der dritten Kiemenarterie bedeckt; in meiner Figur sind sie künstlich aus einander gerückt. — Die drei Kiemenarterien sind ungefähr gleich stark, der vierte Arterienbogen ist dagegen in seiner größten Partie ein ziemlich schwaches Gefäß; alle laufen ziemlich dicht am hinteren Rande der Kiemenbogen, resp. am ersten, zweiten, dritten und vierten. Die drei Kiemenarterien gehen zu den respektiven Kiemen und geben Äste für diese ab in einer Weise, die unten geschildert wird: in jeder Kieme findet sich eine Kiemenvene, vor der Arterie (die Kiemen aufrecht gehalten) verlaufend.

Am Austritt aus den Kiemen verhalten sich die Kiemenvenen etwas verschieden. Die erste (*1v*) theilt sich in zwei ziemlich gleich starke Äste. Der eine dieser, Carotis externa (*ce*), läuft mit der ersten Kiemenarterie (*1a*) ungefähr parallel, aber in entgegengesetzter Richtung, an der inneren Seite des ersten Kiemenbogens, also vor der Kiemenarterie, die Carotis externa steht mit dieser durch feine Quer-Anastomosen (*x*) in Verbindung, deren Zahl schwankend ist, die sich zuweilen theilen, zuweilen wieder mit einander anastomosiren (vgl. Fig. 31). — Der andere Ast, der mehr als eine direkte Fortsetzung der Kiemenvene auftritt, läuft an der Schädelbasis erst medianwärts, biegt sich dann und läuft nach vorn zu, sich als die Carotis interna (*ci*) fortsetzend.

Die zweite Kiemenvene theilt sich ebenfalls am Austritt aus der Kieme in zwei Äste. Der eine dieser (*y*) ist dünn; er verläuft ganz dicht am oberen Theil des hinteren Randes des zweiten Kiemenbogens, zwischen diesem und der Kiemenarterie, die hier aber nicht dem Kiemenbogen so dicht angelagert ist; eben so wie Carotis externa am ersten Kiemenbogen, liegt er also vor der Kiemenarterie. Nach einem, was die Länge betrifft, etwas verschiedenen Verlauf mündet er in die Kiemenarterie, bildet somit eine

Anastomose zwischen Kiemenvene und Kiemenarterie: zwischen ihm und der Kiemenarterie finden sich gewöhnlich mehrere kleine Anastomosen, ähnlich wie *x* am ersten Bogen, zwischen Carotis externa und Kiemenarterie. — Der andere der Äste, in welche die zweite Kiemenvene sich theilt, ist bedeutend stärker, tritt eben so wie der entsprechende Ast der ersten Kiemenvene als eine unmittelbare Fortsetzung der betreffenden Kiemenarterie auf und verläuft an der Schädelbasis medianwärts.

Die dritte Kiemenvene verhält sich ähnlich wie die zweite. Der dünne Ast *z*. der als Anastomose zwischen der dritten Kiemenvene und Kiemenarterie fungirt, ist hier kürzer als der entsprechende (*y*) am zweiten Kiemenbogen; weiter bemerke ich, dass ich hier solch kleine Anastomosen wie am zweiten Kiemenbogen zwischen *y* und Kiemenarterie nicht gefunden habe. Der stärkere der zwei Äste, in welche die dritte Kiemenvene sich theilt — wir wollen ihn schlechtweg als die dritte Kiemenvene bezeichnen — läuft ähnlich wie das entsprechende Stück der zweiten Kiemenvene. Den Verlauf des vierten Arterienbogens werden wir zuletzt betrachten.

Die dritte Kiemenvene verbindet sich, nachdem sie sich kurz vorher mit dem vierten Arterienbogen vereinigt hat, mit der zweiten Kiemenvene. Der so entstandene starke Stamm verläuft weiter medianwärts; dort wo die erste Kiemenvene eine Biegung macht und sich als Carotis interna fortsetzt, geht eine kurze aber starke Anastomose zwischen ihr und dem genannten Gefäßstamm. Dieser verläuft jetzt weiter medianwärts als Aortenwurzel. biegt sich, geht in einem Bogen nach innen und hinten und verschmilzt mit seinem Gegenüber zur Aorta.

In den Kiemen ist der Gefäßverlauf der folgende: Wie schon gesagt ist die Kiemenvene vor der Kiemenarterie gelagert. Diese giebt nun Äste ab zu den Kiemenblättern: jedes Blatt erhält ein Gefäß; dies geht entweder direkt von der Arterie ab oder mehrere gehen vereinigt von dieser ab und trennen sich nachher. Am inneren Rande — im Verhältnis zur Achse der Kieme — der Blätter läuft ihre Arterie. am äußeren die Vene. durch ein reiches Anastomosennetz mit einander verbunden. Die Venen der Blätter gehen entweder direkt zur Kiemenvene, oder die Venen einiger Blätter sammeln sich zuerst und münden dann gemeinschaftlich in die Kiemenvene; meistens ist letzteres der Fall.

Die physiologische Bedeutung der Anastomosen (x, y, z) zwischen den Kiemenvenen und Kiemenarterien ist offenbar die, bei Störungen des Kreislaufes in den Kiemen — und solche werden bei dem unbeschützten Zustande der Kiemen öfters stattfinden — das Blut von der Kiemenarterie direkt in die Kiemenvene überzuleiten.

Die Gefäße in der dünnen Platte am Hinterrande der Kiemenbogen — der Kiemenplatte — verdienen auch eine kurze Betrachtung. Da sie sich etwas verschieden in der vierten Kiemenplatte und in den drei ersten verhalten, werden wir erst diese betrachten. In den Kiemenplatten der drei ersten Bogen findet sich ein recht reiches Gefäßnetz. Dieses steht mit den Gefäßen der Mundhöhle in Verbindung, namentlich habe ich eine solche Verbindung mit den Gefäßen des Bodens derselben gefunden. Aber außerdem haben die Gefäße der genannten Platte andere Verbindungen eingegangen, nämlich einerseits mit der Kiemenarterie, andererseits mit der Kiemenvene. Diese Verbindung, namentlich die mit der Kiemenarterie, muss ich als eine konstante betrachten, wenn auch nicht alle meine Präparate sie zeigen (wegen Unvollständigkeit der Injektion etc.), und es scheint demnach sicher, dass die genannten Platten hier gewissermaßen einen Theil des Kiemenapparates darstellen, wenn auch ihre respiratorische Bedeutung nur eine geringe ist.

Die Bedeutung der Platte als Kieme finden wir am vierten Bogen wieder, und zwar ganz bestimmt ausgesprochen. Nachdem der vierte Arterienbogen eine Strecke weit längs des Kiemenbogens verlaufen (Fig. 35), löst er sich in eine Anzahl von Gefäßen auf und bildet ein Netz, das sich am oberen Ende des Bogens wieder sammelt. Es ist demnach unrichtig, wenn es bisher so dargestellt worden ist, als wäre der vierte Arterienbogen in seinem ganzen Verlauf ein einfaches Gefäß: es läuft allerdings auch auf der Strecke, wo er aufgelöst ist, ein Gefäß dem Rande des knorpeligen Bogens entlang, das gewissermaßen als eine Fortsetzung des vierten Arterienbogens erscheint, das aber immer weit schwächer, als der übrige Bogen ist und sich nur als ein untergeordnetes Glied des Gefäßnetzes darstellt. Übrigens steht das genannte Netz mit den anderen Gefäßen der Kiemenplatte in Verbindung und diese wieder mit den Gefäßen des Bodens der Mundhöhle (vgl. Fig. 35).

Nachdem der vierte Arterienbogen den Kiemenbogen verlassen hat, läuft er ein Stück weiter und verbindet sich schließlich mit der dritten Kiemenvene dicht an der Stelle, wo diese sich mit der zweiten Kiemenvene verbindet. Es ist bemerkenswerth, dass von der Stelle a)

an, wo der vierte Arterienbogen die Pulmonalarterie abgiebt, bis zu der Verbindungsstelle (β) mit der dritten Kiemenvene, er weit stärker ist als zuvor. Man könnte es so beschreiben, dass die Pulmonalarterie von der dritten Kiemenvene abginge und unterwegs den vierten Arterienbogen in sich aufnähme, und in der That kann kein Zweifel obwalten, dass ja die Stromrichtung im Stück α—β des vierten Arterienbogens die entgegengesetzte ist, wie im übrigen Theil des Bogens; hiermit ist ferner gegeben, dass die Lungenarterie bei den Larven vorzugsweise von der dritten Kiemenvene gespeist wird.

Ehe wir diese Beschreibung abschließen, bemerken wir noch, dass am inneren (vorderen) Rande der Kiemenbogen ein dünnes Gefäß läuft, das übrigens mit den Kiemengefäßen in keiner Verbindung steht und wohl als Ernährungsgefäß für die »gill-rakers« aufzufassen ist. Wir erwähnen es nur, weil wir es bei anderen Amphibien in merkwürdigen Verbindungen wiederfinden.

Bei einer Larve (die wir Stadium Nr. 2 nennen können), wo die Kiemen noch beblättert, aber doch stark »geschrumpft« sind, eben so wie die Kiemenspalten eng geworden sind, zeigen sich folgende Verhältnisse. Die zweite Kiemenarterie ist schon jetzt stärker als die übrigen, wenn auch nicht in hervortretendem Grad: auch der vierte Arterienbogen vom Truncus bis α ist stärker geworden, wenn er auch noch ein bischen schwächer ist als der dritte; in der aufgelösten Partie des vierten Arterienbogens tritt das längs des knorpeligen Bogens verlaufende, früher dünne Gefäß als das stärkste auf; die Partie α—β desselben Arterienbogens ist jetzt schwächer als der übrige Theil (früher umgekehrt); die Lungenarterie erhält schon jetzt die größte Portion ihres Blutes vom vierten Bogen; alle drei Kiemenarterien so wie der vierte Arterienbogen haben sich etwas verkürzt. Von den Anastomosen zwischen der ersten Kiemenarterie und der Carotis externa sind einige stärker geworden; auch y und z, so wie ein paar der Anastomosen zwischen y und der zweiten Kiemenarterie sind stärker geworden. Doch erscheinen andererseits noch die Partien der Kiemenarterien und der Kiemenvenen, die oberhalb der Anastomosen liegen, ziemlich stark mit Masse gefüllt, so wie auch die kleineren Kiemengefäße zum Theil mit Injektionsmasse zu füllen sind.

Bei einer Larve auf der folgenden Entwicklungsstufe (Stadium Nr. 3, Fig. 32), in welcher die Kiemen rudimentäre Stummel geworden sind, finden wir weitere Veränderungen. Der zweite Arterienbogen — wir können nicht mehr von Kiemenarterie und Kiemenvene sprechen — ist deutlich stärker als die übrigen. Die Strecke des vierten Bogens vom Truncus bis zu α ist jetzt wenigstens eben so stark wie der dritte Bogen; von dem früheren Wundernetz sehen wir nur einen spärlichen Überrest. Am ersten Arterienbogen sehen wir in diesem Fall zwei starke Anastomosen (x_1, x_2) ausgebildet; die Zahl der sich ausdehnenden Anastomosen kann übrigens variiren; auf der anderen, hier nicht abgebildeten Seite desselben Präparats scheint nur eine vorhanden zu sein, und bei einem anderen Thier desselben Stadiums finde ich, dass sogar drei Anastomosen sich an der einen Seite erhalten haben. Am zweiten Arterienbogen sehen wir, dass y sich so stark erweitert und gleichzeitig beträchtlich verkürzt hat, dass ein einheitlicher Arterienbogen gebildet worden ist; ähnlich am dritten Arterienbogen. Von den oberhalb (außerhalb) der Anastomosen liegenden Theilen der Kiemenarterien sind nur noch schwache Spuren vorhanden (*1 v'*, *1 a'*, *2 v'*, *2 a'*, *3 v'*). Wie man sieht, haben sich die Gefäßbogen in Vergleich mit der Larve (Stadium Nr. 1) sehr stark verkürzt. Noch sei bemerkt, dass vom Stück α—β sich mehrere kleine Gefäße abzweigen, die ich bei den eigentlichen Larven nicht aufgefunden habe. — (In Fig. 33 habe ich ein Stück des zweiten Arterienbogens eines anderen Exemplars aus ähnlicher Entwicklungsstufe abgebildet, es haben sich dort außer y noch zwei der kleineren Anastomosen, y_1, y_2 ausgebildet.)

Bei einer, noch ein wenig weiter entwickelten Larve (Kiemenstummel ganz rudimentär) finde ich, dass der dritte Bogen dünner als der vierte ist, dass die Anastomose zwischen dem ersten Bogen und der Aortenwurzel ebenfalls dünner wurde: am vierten Bogen treffen wir kein Wundernetz mehr: dagegen sehe ich am ersten Bogen deutliche Überreste der zu Grunde gegangenen Kiemengefäße.

b. Der erwachsene Salamander.

Beim Erwachsenen finden wir Verhältnisse, die sich eng an die des letzten beschriebenen Stadiums anschließen. Wir gehen von Fig. 34 aus, die nach einem jungen, 7 cm langen Salamander ge-

zeichnet ist[1]. Von der ursprünglichen Gleichartigkeit der drei ersten Arterienbogen ist kaum eine Spur mehr vorhanden. Der zweite Bogen ist ein ganz starkes Gefäß geworden, der erste ein ziemlich schwaches; der dritte ist im abgebildeten Fall an der einen Seite ungefähr so stark wie der erste; an der anderen Seite ist er dagegen ganz dünn. Der vierte Bogen ist an der Strecke von α bis zum Truncus stärker als der erste Bogen (Carotis); die Strecke α—β ist dünn und giebt einige Äste ab, die sich in den benachbarten Theilen, zum Theil in der Haut, verzweigen. Von der Pulmonalarterie sieht man mehrere Äste abgehen: sie verzweigen sich in der Wand des Ösophagus und des Magens, ein Ast von jeder Pulmonalarterie geht über die dorsale Seite des Truncus hinweg um sich im Pharynx zu verzweigen[2]. Der Verbindungsast zwischen erstem Bogen und Aortenwurzel fehlt. Man sieht ferner wie erst der vierte Bogen hinter dem dritten geht, dieser am Truncus wieder hinter dem zweiten. Da der Präparationsweise gemäß immer die inneren Konturen der Gefäße, die Grenzen der Injektionsmasse sind, die abgebildet worden sind, erscheint der Truncus tief gespalten.

Über den dritten Bogen beim erwachsenen Salamander bemerke ich noch Folgendes. Er variirt stark; in einigen Fällen war es mir nicht möglich ihn aufzufinden, auch nicht wenn ich den ganzen Apparat sorgfältig auspräparirte und mikroskopisch untersuchte; ich schließe hieraus, so wie von Thatsachen, die bei der Beschreibung des Truncus aufgeführt sind, dass der dritte Bogen ganz fehlen kann. Ein ander Mal habe ich ihn an der einen Seite als ein dünnes Gefäß gefunden, und an der anderen nicht; wieder ein ander Mal an beiden Seiten sehr dünn; in einem Präparat ist er an der einen Seite ein ganz starkes Gefäß[3], an der an-

---

[1] Die injicirten Arterienbogen werden in Zusammenhang auspräparirt, ausgebreitet, einige Minuten (oder länger, in Alkohol gelegt, mit Nelkenöl aufgehellt und in Kanadabalsam als mikroskopisches Präparat aufgehoben; man erhält auf diese Weise vorzügliche Übersichtsobjekte.

[2] In dem Präparat, das sonst der Figur zu Grunde liegt, waren die Ösophageal-Äste der Lungenarterien weggerissen; ich habe sie desshalb nach einem anderen Präparat in der Figur eingezeichnet.

[3] An diesem Präparat ist an dieser Seite kein wesentlicher Unterschied zwischen dem Kaliber des 2., 3. und 4. von α bis Truncus Arterienbogens. Wenn man auch vielleicht etwas von dieser Erscheinung auf die Rechnung der Zufälligkeiten der Füllung der Gefäße bei der Injektion schreiben kann, ist es doch unmöglich anzunehmen, dass der dritte Bogen an dieser Seite ein ähnliches dünnes Gefäß war wie an der anderen Seite.

deren ganz dünn; in einem andern Präparat war endlich der dritte Bogen jederseits ein ansehnliches Gefäß.

Wie schon erwähnt fand ich bei dem jungen Salamander, dessen Arterienbogen in Fig. 34 abgebildet sind, keine Verbindung mehr zwischen dem ersten Bogen und der Aortenwurzel; und nicht anders ist es mir trotz aller Mühe gegangen bei allen den ausgewachsenen Salamandern, die ich untersucht habe. Nur einmal habe ich bei einem jungen Thier — das jedoch größer war als dasjenige, dessen Aortenbogen Fig. 34 darstellt — eine dünne Anastomose gefunden. Nach diesen Thatsachen muss ich annehmen, dass die Anastomose zwischen Carotis und der Aortenwurzel gewöhnlich bei Salamandra oblitterirt.

Nur noch ein Wort über die Verbindung der drei letzten Arterienbogen zur Aortenwurzel. Es ist gewöhnlich, dass der dritte und vierte — so wie in Fig. 34 abgebildet — sich erst mit einander verbinden und dann gemeinsam in den zweiten münden; doch kommt es auch vor, dass sich alle drei in einem Punkt mit einander vereinigen. — Übrigens ist die physiologische Bedeutung dieser Verbindung, wenn, wie gewöhnlich, der dritte Arterienbogen dünn ist oder fehlt, sicher eine geringe; die Arbeit ist dann so getheilt, dass der zweite Arterienbogen allein die Aortenwurzel konstituirt, währenddem der erste und vierte Bogen jeder seinen speciellen Verbreitungsbezirk hat — in scharfem Gegensatz zu den bei den Larven obwaltenden Verhältnissen.

(In Funks »De Salamandrae terrestris vita, evolutione, formatione tractatus«, Berlin 1827, stehen einige ganz oberflächliche Bemerkungen mit entsprechenden Figuren über die Arterienbogen des erwachsenen Salamanders, worauf ich nicht eingehen kann.

Im schönsten Gegensatz zu dieser dilettantischen Arbeit treffen wir in verschiedenen Arbeiten von Rusconi genaue Angaben über die uns interessirenden Gefäße sowohl beim erwachsenen Salamander wie bei der Larve. Seine Hauptarbeiten über die Cirkulation der Urodelen beziehen sich wohl auf Triton, aber in ein paar verschiedenen Arbeiten giebt er doch auch Bemerkungen und Abbildungen von den Arterienbogen des Salamanders.

In seinen Observations anatomiques s. la Sirène etc. [1837] giebt Rusconi eine Figur [Tab. VI Fig. 11] und eine kurze Beschreibung [pag. 57—60] der Kiemengefäße bei der Salamanderlarve. Die Anastomosen zwischen Kiemenarterien und Kiemenvenen werden zu stark gezeichnet und ich kann auch nicht anders als glauben, dass

Rusconi auch ihren physiologischen Werth zu hoch schätzt: er meint z. B. dass sie die Carotis externa bilden, was ohne Zweifel ganz unrichtig ist. Ferner ist es nicht richtig, wenn Rusconi die von uns mit *y* und *z* bezeichneten Gefäße sich in ähnlicher Weise wie die Carotis externa fortsetzen und nicht, wie es der Fall ist, in die Kiemenarterien einmünden lässt. Der vierte Arterienbogen ist in seiner Figur eine kurze Strecke am Truncus mit der dritten Kiemenarterie vereinigt, was ebenfalls nicht richtig ist. Ein paar kleinere Fehler übergehen wir und bemerken schließlich, dass jene Figur trotzdem gut ist. — Auch ein paar richtige Bemerkungen über Veränderungen der Gefäße bei der Metamorphose finden sich da. — In derselben Abhandlung findet man noch eine Figur [Tab. VI Fig. 13] von den Arterienbogen bei dem erwachsenen Salamander; dieselbe ist in seinem späteren Salamander-Werke wiederholt.

In dieser prachtvoll ausgestatteten Arbeit »Histoire naturelle, Développem. et Métamorphose de la Salamandre terrestre« [1854] giebt er mehrere schöne Figuren der uns interessirenden Gefäße sowohl von der Larve wie vom Erwachsenen, sammt einer kurzen Beschreibung. Wir finden in den Larvenfiguren dieselben Fehler wieder wie in der so eben erwähnten Abhandlung; den Erwachsenen bildet er mit einem starken dritten Arterienbogen ab, was jedenfalls gewöhnlich nicht der Fall ist; er sagt — bildet es aber nicht ab! — dass eine Anastomose zwischen Carotis und Aortenwurzel vorhanden sei. Die Bemerkung [pag. 72—73], dass die Anastomosen zwischen Kiemenvene und Kiemenarterie bei der Metamorphose zu Grunde gehen [vgl. unsere Bemerkungen über sein Buch »Les amours d. Salam. aquat.«], ist ebenfalls unrichtig. — Ich erwähne diese verschiedenen Fehler nicht, um etwa Rusconi zu mäkeln; für seine Verdienste glaube ich ein ganz offenes Auge zu haben; aber eben weil seine Untersuchungen noch immer in ihrer Richtung die maßgebenden sind, glaube ich, dass es eine Pflicht ist, seine Fehler nicht unerwähnt zu lassen.

Die Figur Brücke's[1] [vom Erwachsenen] ist, was das Zusammentreten der Arterienbogen betrifft, ungenau. Brücke erwähnt richtig die vom Ductus Botalli [α—β] ausgehenden Äste, ferner die Ösophageal-Äste von der Lungenarterie.

---

[1] Beitr. z. vergl. Anat. u. Phys. d. Gefäßsystemes (Wiener Denkschr. 3. 1852).

Fritsch[1] hat einige, so weit ich sie verstehe, sehr wenig glückliche Bemerkungen [über den Erwachsenen].

Man vgl. auch Hyrtl's Beschreibung der Arterienbogen von Salamandra atra[2].)

2) Triton (cristatus).

Die Kiemen bei der Larve von Triton cristatus sind dadurch von denen der Salamanderlarve verschieden, dass sie länger, mit einer weit größeren Anzahl Blätter versehen sind: die einzelnen Blätter sind kurz; eben so wie bei Salamandra nehmen die Kiemen nach hinten an Größe zu. Die »gill-rakers« so wie die Kiemenplatten verhalten sich wie bei Salamandra. Auch die Gefäße bieten große Übereinstimmung dar. Wir heben folgende Punkte hervor.

Der vierte Arterienbogen der Larve ist auf der Strecke vom Truncus bis α ein noch unansehnlicheres Gefäß als bei Salamandra. Man kann übrigens hier eher von einem einfachen vierten Arterienbogen sprechen, als bei der Salamanderlarve: es läuft nämlich (bei allen untersuchten Exemplaren) ein verhältnismäßig ziemlich starkes Gefäß den ganzen knorpeligen Bogen entlang; sonst steht der vierte Arterienbogen in einem ähnlichen Verhältnis zum Gefäßnetz in der Kiemenplatte wie bei der Salamandralarve.

Wir finden an den anderen Arterienbogen dieselben Anastomosen wie bei Salamandra; am dritten sind aber noch ein paar kleinere Kommunikationen zwischen z und Kiemenarterie, ähnlich wie am zweiten Arterienbogen; z ist übrigens auch hier kürzer als y.

Die Vertheilung der Gefäße in den Kiemen ist der Hauptsache nach ähnlich wie bei Salamandra. Es ist in so fern aber eine größere Regelmäßigkeit vorhanden, als die Venen sich zu wenigen Gefäßen sammeln, ehe sie in die Hauptvene münden[3]; während andererseits die Arterien der einzelnen Blätter einzeln vom Kiemenarterienstamm abgehen. Die Venen der einzelnen Blätter sind — eben so wie bei Salamandra — durch kleine Anastomosen am Grunde mit einander verbunden; das Gleiche habe ich nicht bei den Arterien gesehen.

---

[1] Z. vgl. Anat. d. Amphibienherzen (Müller's Archiv 1869, pag. 681—684).

[2] Über eine merkw. Einr. d. groß. Schlagaderstämme b. d. nackten Amphib. Med. Jahrb. d. österr. Staates. XXIV. 1838.

[3] Rusconi hat in seinem Buch »Degli organi d. circolaz. d. larve delle Salam. acquat.« eine sehr schöne Figur hiervon.

Die Gefäße der Kiemenplatte am ersten bis dritten Kiemenbogen scheinen, im Gegensatz zu Salamandra, gewöhnlich nicht mit der Kiemenarterie und Kiemenvene zu kommuniciren. Sie stehen einerseits mit den Gefäßen des Bodens der Mundhöhle, andererseits mit denen der Decke derselben in Verbindung; eine Verbindung mit der Kiemenarterie habe ich gar nicht wahrgenommen, mit der Kiemenvene nur einmal, an einem ersten Kiemenbogen nämlich, wo von der Lamelle ein paar dünne Gefäße in den zurücklaufenden Ast (Car. externa) der ersten Kiemenvene einmündeten (oder von selbem ausgingen?).

Die Vereinigung der vier Arterienbogen zur Aortenwurzel ist ähnlich wie bei der Salamandralarve; ich habe nicht, wie bei dieser, gesehen, dass der dritte und vierte Bogen erst ein kurzes gemeinsames Gefäß bildeten, vordem sie sich mit dem zweiten Bogen vereinigten, vielmehr vereinigen sich alle drei in einem Punkt. Die Strecke α—β ist wie bei der Salamandralarve stark, die Pulmonalarterie empfängt hauptsächlich ihr Blut vom dritten Bogen. Übergangsstadien zwischen der Larve von Triton und dem Erwachsenen habe ich nicht auf den Kreislauf untersucht: es kann aber kein Zweifel obwalten, dass die Umwandlung sich in ganz ähnlicher Weise wie bei Salamandra vollzieht.

Beim Erwachsenen habe ich bei allen untersuchten Exemplaren nur drei Arterienbogen (1., 2., 4.) gefunden: der dritte geht — ich vermuthe immer — zu Grunde. Im Gegensatz zu Salamandra habe ich ferner gefunden, dass die Anastomose zwischen dem ersten und zweiten Arterienbogen persistirt, wenn sie auch nur ein dünnes Gefäß wird. Ein uns hier weniger interessirender Unterschied zwischen Triton und Salamandra — übrigens schon bei ihren respektiven Larven vorhanden — besteht darin, dass die Aortenwurzeln bei Triton länger sind, so dass der Abstand von dem Punkt ihres Zusammentretens zu dem Ursprung der Subclavien kürzer wie beim Salamander ist. — Von wichtigeren Punkten, in denen sie mit einander übereinstimmen, erwähne ich die bedeutendere Stärke des zweiten Arterienbogens (Aortenbogen) im Vergleich mit den zwei anderen; ferner ist der Ductus Botalli (α—β hier wie da ein ziemlich dünnes Gefäß, im Vergleich mit dem übrigen Theil des vierten Bogens; auch hier giebt die Lungenarterie Gefäße für den Ösophagus ab.

Über die uns interessirenden Gefäße von Triton und dessen Larve liegen mehrere gute Darstellungen vor. Rusconi hat schon 1817 [Descrizione anatomica degli organi della circolazione delle larve delle Salamandre aquatiche] eine sehr gute Darstellung — die beste bisher existirende — der Kiemengefäße der Larve gegeben. Die Beschreibung und Figuren sind im Ganzen vorzüglich, namentlich wenn man beachtet, dass Alles vom Grunde aus aufgeführt werden musste; wie überhaupt Rusconi als Muster eines intelligenten und feinen Beobachters gelten kann. Einige Fehler sind jedoch auch hier vorhanden; so ist der vierte Bogen [vom Truncus bis α] zu stark gezeichnet, ferner ist es unrichtig, wenn er das Gefäß y [vgl. meine Fig. 31] sich in eine der Carotis externa analoge Arterie fortsetzen lässt etc. — Er erwähnt [pag. 21] richtig, dass während der Metamorphose eine Erweiterung eines der anastomosirenden Gefäße zwischen Kiemenvene und Kiemenarterie stattfindet; so wie dass der vierte Arterienbogen sich erweitert, um »il sangue dal cuore direttamente al pulmone« zu bringen. — In derselben Abhandlung giebt er ein paar Figuren der Arterienbogen des Erwachsenen; er zeichnet jederseits vier solche, während ich, wie schon angeführt, bei den Exemplaren, die ich untersuchte, ohne Ausnahme nur drei fand: ich kann nicht umhin die Vermuthung auszusprechen, dass Rusconi sich von den bei den Larven vorhandenen Verhältnissen hat irre führen lassen.

Seine, einige Jahre später erschienene, Arbeit Amours d. Salamandres aquatiques [1821] steht entschieden hinter der so eben erwähnten zurück, was die Angaben über die Gefäße betrifft. Das Hauptstück des vierten Arterienbogens [vom Truncus bis α] ist viel zu stark gezeichnet, stärker als α—β und es wird angegeben [pag. 68], dass dieses [α—β] »détourne une partie du sang qui étoit dirigé pour ce viscère [die Lunge], et le conduit dans le tronc qui résulte de la réunion des veines branchiales médiane [zweite] et troisième«, dass also das Blut in α—β [Ductus Botalli] in der entgegengesetzten Richtung derjenigen, die ich angegeben habe, verlaufen sollte: während er in der vorigen Abhandlung [p. 18—19] das Verhältnis in ähnlicher Weise wie ich angegeben hatte [questa vena (der vierte Arterienbogen) dopo d'aver compiuto il giro dell' archetto su cui scone, sbocca a dirittura nell' arterie polmonale, che si spicca dal confluente della seconda e terza arteria branchiale« (was wir Kiemenvene nennen)]. — Ferner hat er hier andere, unrichtige Angaben [pag. 69—70] über die Veränderungen, die bei der Metamorphose vor sich gehen, dass nämlich keine

der Anastomosen zwischen Kiemenarterie und Kiemenvene sich erweitere: dass die Anastomosen vielmehr zu Grunde gehen, und dass eine Kommunikation zwischen Kiemenarterie und Kiemenvene — falls ich ihn recht verstehe — hergestellt werde durch eine Verkürzung der »petites ansesformées par les artères et les veines branchiales« [das heißt der längs dem Rande der Kiemenblätter verlaufenden Gefäße]. — Auch hier giebt er vier Arterienbogen beim Erwachsenen an. — Dass der Conus arteriosus an den Figuren von der linken Seite des vorderen Endes des Ventrikels ausgeht, dass mit anderen Worten der Spiegel beim Stechen der Tafel nicht benutzt worden ist, sei auch beiläufig erwähnt.

In seinem »Tableau«[1], »Circulation du Sang considerée ch. l. foet. de l'homme et comparativement dans les quatre classes des vertébrés« [1832] hat M. Saint-Ange drei Figuren von den Arterienbogen bei einer Tritonlarve, bei einem Übergangs-Stadium und bei einem fast entwickelten Triton gegeben — Figuren, die man an mehreren Stellen kopirt findet. Diese Figuren sind, wenn man sie als Schemata betrachtet, in den gröberen Verhältnissen ganz gut, stehen aber im Einzelnen hinter den sorgsamen Darstellungen Rusconi's bedeutend zurück. Als Vorzüge erwähne ich, dass die Dünnheit des vierten Bogens bei den Larven richtig gegeben ist; ferner giebt er richtig an, dass der dritte Bogen oblitterirt. Im Ganzen sind die Figuren aber oberflächlich und fehlerhaft und ich kann sie nicht zu weiterer Kopirung empfehlen.)

3) Siredon.

Es finden sich dieselbe Zahl (4) von Kiemenlöchern wie bei der Salamanderlarve: auch dieselben Höcker am Innenrande der Kiemenbogen. Ferner ist die Kiemenplatte am Hinterrande der Bogen auch hier vorhanden, wenn auch vielleicht nicht so stark entwickelt wie bei der genannten Larve; der Kiemendeckel und die Hautfalte am Halse verhalten sich wesentlich ähnlich.

Die drei Kiemen verhalten sich folgendermaßen[2]. Am Hinterrande des Stammes sitzen die Kiemenblätter in zwei Reihen, ohne jedoch ganz dieselbe Regelmäßigkeit inne zu halten wie bei Sala-

[1] Es ist vielleicht nicht überflüssig die Bemerkung zu machen, dass es sich hier nicht etwa um ein Buch handle, sondern um eine große Tafel mit Figuren in der Mitte und Text an den Rändern.

[2] Die meisten Exemplare, die ich zur Untersuchung hatte, verhielten sich allerdings anders: die Kiemen waren mehr oder weniger stummelförmig, mit kleinen Blättern; was wohl äußeren Einflüssen zuzuschreiben ist.

mandra; zuweilen sitzen ein paar Blätter, derselben Reihe angehörig, neben einander. Einzelne von den Blättern sind in mehrere Zipfel getheilt und durch eine weitere Fortsetzung dieses Processes kann man sich leicht die Entstehung der genannten »Unregelmäßigkeit« denken. Die Blätter sind sehr lang und in jeder Reihe finden sich vielmal so viele als bei der Salamanderlarve. Die relative Größe der drei Kiemen konnte ich nach den vorliegenden Exemplaren nicht feststellen.

Auch in seinen Gefäßen bietet Siredon große Übereinstimmung mit der Salamandralarve dar. Aus dem Truncus arteriosus entspringen jederseits dieselben vier Gefäße; die drei ersten, die drei Kiemenarterien, sind einigermaßen gleich stark, das vierte, der vierte Arterienbogen, weit schwächer. Das letzte liegt in der Nähe des Truncus oberhalb des dritten, ist aber keineswegs mit diesem verschmolzen, eben so wenig wie solches bei Salamandra der Fall ist.

Der Verlauf der Kiemenarterien ist derselbe wie bei Salamandra; die Anastomosen sind dieselben (x, y, z; zwischen y und der zweiten Kiemenarterie wieder Anastomosen, dagegen wie es scheint nicht zwischen z und der dritten Kiemenarterie; z kürzer wie y — Alles wie bei Salamandra); die Anastomosen waren bei den zwei auf die Gefäße untersuchten Exemplaren, deren Kiemen wie verstümmelt waren, dicker als bei der Salamanderlarve.

Die Gefäße in der dünnen Lamelle am Hinterrande der Kiemenbogen stehen mit der Kiemenarterie in ähnlicher Weise in Verbindung wie bei Salamandra. Auch der vierte Arterienbogen steht mit den Gefäßen der vierten Kiemenplatte in Verbindung. Dieser Arterienbogen verhält sich wie bei Triton: er läuft gewissermaßen ungetheilt dem Rande des knorpeligen Bogens entlang.

Beim Zusammentreten der Kiemenvenen treffen wir eine nennenswerthe Verschiedenheit von Salamandra (Fig. 36). Bei der Salamanderlarve treten die dritte Kiemenvene und der vierte Arterienbogen zu einem Gefäß zusammen, das sich nach kurzem Verlauf mit der zweiten Kiemenvene vereinigt. Das genannte Gefäß ist bei der Salamanderlarve ganz kurz, bei der Tritonlarve gar nicht erkennbar; bei Siredon ist es dagegen beträchtlich verlängert. — Das Stück α—β des vierten Arterienbogens ist hier wie bei der Salamanderlarve weit stärker als die übrige Partie desselben und erscheint als der Anfang der Lungenarterie. Die Weise, in welcher nun dieses Stück sich der dritten Kiemenvene an-

fügt (bei β), ist eine solche, dass man nicht unrichtig sagen könnte, dass die dritte Kiemenvene sich in zwei Gefäße spaltet: die eine ist die Lungenarterie, die unterwegs das Blut vom vierten Arterienbogen in sich aufnimmt: die zweite (β—γ) geht zur zweiten Kiemenvene und verbindet sich mit derselben zur Aortenwurzel (vgl. die später zu schildernden Verhältnisse bei Siren). Noch muss notirt werden, dass, eben so wie bei Salamandra, Äste von der Lungenarterie zum Ösophagus gehen.

(Luigi Calori[1] hat eine recht gute Darstellung mit Figuren von den Kiemengefäßen des Axolotls gegeben.)

4) Menobranchus.

Von Kiemenlöchern finden sich bei Menobranchus jederseits nur zwei: das eine zwischen dem ersten und zweiten, das andere zwischen dem zweiten und dritten Kiemenbogen; das erste und letzte bei den Salamanderlarven sind also hier oblitterirt. Im Einklang hiermit steht es, dass der dritte Bogen nur die vorderste Reihe Vorsprünge am inneren Rande besitzt: übrigens sind sowohl diese wie die »gill-rakers« an den zwei anderen Bogen klein und wenig zahlreich, offenbar von geringer Bedeutung. Ferner bemerken wir, dass die Kiemenplatte am ersten bis dritten Kiemenbogen noch vorhanden ist, aber unbedeutend, dick, schmal: die vierte Kiemenplatte ist mit dem vierten Kiemenbogen zu Grunde gegangen. Der Kiemendeckel ist sehr rückgebildet: dessen Fortsetzung, die Falte am Halse, ist klein.

Auch die Kiemen lassen sich von den Salamanderkiemen ableiten. Der Stamm der Kiemen ist ein stark zusammengedrücktes Blatt geworden, dessen Hinterrand durch mehrere Einschnitte gelappt erscheint: die Oberfläche des Stammes ist also stark vergrößert. Diese Vergrößerung steht in nächster Beziehung zur ungeheuer starken Vermehrung der Zahl der Kiemenblätter: die Kiemenblätter sitzen nicht mehr in zwei Reihen, sind vielmehr an beiden Seiten des blattartigen Stammes placirt: dessen Vorderrand und die demselben angrenzenden Partien tragen jedoch keine Blätter. Die Kiemenblätter sind klein, kaum breiter noch länger als bei einer aus dem Uterus genommenen, nicht ganz ausgetragenen Salamander-

[1] Sulla Anatomia dell' Axolotl. Memorie della Accademia delle Scienze di Bologna, Tomo III. 1851 pag. 312 ff., Tab. 24 Fig. 11, Tab. 25 Fig. 18.

larve. Die drei Kiemen nehmen wie gewöhnlich von vorn nach hinten an Größe zu, jedoch ist der Unterschied kein großer. — Werfen wir einen Blick auf die beschriebenen Kiemen, so finden wir im Vergleich mit der Salamandralarve, dem bedeutenderen Volum des Thieres gemäß eine bedeutende Flächenvergrößerung der Kiemen[1], die dadurch erzielt ist, dass die Zahl der Kiemenblättchen eine sehr große geworden ist, während jedes Blatt klein blieb; das heißt im Verhältnis zu seinem Volum eine große respirirende Fläche darbietet: die Natur ist hier wie immer ökonomisch.

Was die Arterienbogen betrifft, kann ich Folgendes vorbringen[2]. Aus dem Truncus treten jederseits nur zwei Gefäße: das erste entspricht der ersten Kiemenarterie von Salamandra, das zweite theilt sich dicht an der Basis des zweiten und dritten Kiemenbogens in eine zweite und dritte Kiemenarterie; wir finden mit anderen Worten, dass die zweite und dritte Kiemenarterie, die bei der Salamanderlarve in ihrem ganzen Verlauf geschieden waren, ja von getrennten Abtheilungen des Truncus ausgingen, hier eine Strecke weit mit einander verschmolzen sind. — Von einem vierten Arterienbogen bemerkt man dagegen nichts; er ist in seiner größten Länge — das heißt mit Ausnahme des Stückes α—β, vgl. unten — zu Grunde gegangen[3].

Eben so wie bei der Salamandralarve laufen die Kiemenarterien am Hinterrande der Kiemenbogen, und in den Kiemen selbst liegt die Kiemenvene vor der Kiemenarterie: am ersten Bogen verläuft die Carotis ext. ähnlich wie bei der Salamanderlarve. (Über die Anastomosen zwischen Kiemenvenen und Kiemenarterien, so wie über Einzelnheiten des Verlaufes der Gefäße in den Kiemen,

---

[1] Man erinnere sich, dass wenn das lineäre Verhältnis zweier Thiere derselben Körperform $\frac{1}{a}$ ist, wird das Verhältnis ihrer Volumina wie $\frac{1}{a^3}$ sein, ihrer Oberflächen aber nur wie $\frac{1}{a^2}$; um dieselben Athembedürfnisse bei einem größeren Thier zu befriedigen ist also eine verhältnismäßig größere Entfaltung der Kiemen nothwendig.

[2] Da kein lebendes Exemplar mir zu Gebot stand, musste ich solche, die in Alkohol konservirt waren, untersuchen. Eine ordentliche Injektion war nicht möglich, desshalb kann ich auch keine erschöpfende Darstellung geben; für das von mir Angegebene glaube ich einstehen zu können.

[3] Vgl. Proteus. Dass ich etwa einen vierten Arterienbogen übersehen haben sollte, ist mir wenig wahrscheinlich, bei nicht injicirten Siredon-Exemplaren habe ich bei sorgfältiger Präparation ihn ganz leicht gesehen; und meine Menobranchus-Exemplare waren sehr groß.

kann ich nichts Näheres sicher vorbringen: es liegt jedoch kein Grund zu der Annahme vor, dass jene sehr wesentlich von denen des Salamanders abweichen sollten: dagegen werden diese zweifellos in einigen Stücken der geänderten Anordnung der Kiemenblätter gemäß sich anders verhalten.)

Den Zusammentritt der Kiemenvenen und den Abgang der Pulmonalarterie konnte ich dadurch ermitteln, dass es möglich war, von der Aortenwurzel aus diese Gefäße mit Berlinerblau zu injiciren. Die zweite und dritte Kiemenvene vereinigen sich in einem Punkt mit einander und mit dem vierten Arterienbogen, der allerdings hier nur von dem Stück α—β gebildet wird, das sich wie gewöhnlich, hier aber ohne jegliche Grenze, in die Pulmonalarterie fortsetzt. Wollte man die Gefäße ohne Rücksicht auf den Vergleich beschreiben, müsste man sagen, dass die Pulmonalarterie von dem Vereinigungspunkt der zweiten und dritten Kiemenvene entspringt. Das durch die Vereinigung der zwei genannten Kiemenvenen entstandene Gefäß läuft medianwärts, nimmt die Anastomose von der ersten Kiemenvene auf und verbindet sich nachher mit seinem Gegenüber zur Aorta.

Der wichtigste Unterschied zwischen den Arterienbogen einer Salamanderlarve und Menobranchus liegt offenbar in dem Schwund des vierten Arterienbogens sammt der streckenweisen Verbindung der zweiten und dritten Kiemenarterie.

(Man vergleiche Mayer's nicht zu gute Darstellung in Analecten für vergl. Anatomie [pag. 83]: »Es sind zwei Äste des Bulbus aortae vorhanden, welche zu den Kiemenbogen gehen, wovon der hintere sich wieder gabelförmig spaltet, woraus am Ende der Kiemenbogen die drei Arterien der Kiemenbüschel entspringen, welche am vordern Rand derselben verlaufen, worauf aus letztern nachher die drei am hintern Rand derselben [unrichtig] laufenden weiten Kiemenbüschelvenen heraustreten und auf beiden Seiten zu einem Stamm vereint die Aorta descendens bilden . . . . Die Lungenarterien entspringen aus dem vereinten Stamme jeder Seite«.)

5) Proteus.

Eben so wie bei der vorigen Gattung finden sich auch hier nur zwei Kiemenlöcher jederseits, zwischen dem ersten und zweiten und zwischen dem zweiten und dritten Kiemenbogen. Die Vorsprünge am inneren Rande der Kiemenbogen »gill-rakers« sind fast

ganz verschwunden. Die Kiemenplatten am ersten bis dritten Kiemenbogen sind besser entwickelt als bei Menobranchus, wenn auch nicht groß: die vierte Kiemenplatte sammt dem vierten Kiemenbogen fehlt. Von einem Kiemendeckel kann man kaum reden, er ist jedenfalls ganz rudimentär: die Falte am Halse ist verstrichen.

Die Kiemen verhalten sich folgendermaßen: Wir finden einen Stamm mit zwei Reihen von ziemlich zahlreichen, ziemlich breiten Blättern; von dem Stamm gehen außerdem Äste ab, die eben so wie die Blätter sitzen und zwischen diesen abgehen; sie sind mit Blättern, die sich eben so wie die des Hauptstammes verhalten, besetzt: einige von diesen Ästen sind zuweilen so stark, dass es schwierig ist zu sagen, was Hauptstamm ist und was Äste sind; andere sind ganz klein, mit wenigen Blättern versehen; zuweilen finden sich viele kleinere Äste, zuweilen ein paar große. — Auch diese Kiemenform ist unschwer von der Salamandrakieme abzuleiten. Wie man sich erinnert, sitzen die Kiemenblätter bei dieser in zwei Reihen am Stamm. Man denke sich jetzt, dass die Zahl der Kiemenblätter sich beträchtlich vermehrt, und dass gleichzeitig kleinere und größere Wucherungen des Stammes an einigen Punkten der blättertragenden Partien stattfinden; hierdurch entstehen Äste, jeder mit zwei Reihen Blätter versehen, die doch beide, wie man leicht begreifen wird, an jedem Ast zu einer Reihe der Blätter des Hauptstammes gehören; man könnte auch sagen — und zwar ganz korrekt — dass wir statt zwei gerader Reihen Blätter, wie bei Salamandra, hier zwei vielfach mit größeren und kleineren Ausbuchtungen versehene Reihen finden[1]. Die nebenstehende Figur wird dazu dienen, das Beschriebene zu erleuchten.

---

[1] Die so nahe Verwandtschaft zwischen Menobranchus und Proteus, die sich fast überall ausspricht, macht es nothwendig, ihre Kiemen, die anscheinend ziemlich stark von einander abweichen, etwas näher zu vergleichen. Eine Ableitung der Proteuskiemen von denen des Menobranchus halte ich nicht für möglich; die Menobranchuskiemen sind offenbar weiter vom ursprünglichen Zustand entfernt, als dies mit denen von Proteus der Fall ist. Betrachten wir die Kiemen von Proteus in situ, so bemerken wir, dass die äußere Reihe Kiemenblätter und Äste ziemlich nach hinten gerichtet ist, ferner dass der Stamm etwas zusammengedrückt ist. Man denke sich jetzt diese Zusammendrückung weiter fortgesetzt, auch auf die Äste der äußeren Reihe sich erstreckend, ferner die Zahl der Blätter stark vermehrt und die Blätter unregelmäßiger vertheilt, und wir haben die wesentlichsten Züge der Menobranchuskieme vor uns. Die Lappen am »Hinterrand« der Menobranchuskieme entsprechen somit wahrscheinlich Ästen der äußeren Reihe der Proteuskieme.

Die Arterienbogen verhalten sich folgendermaßen (vgl. Fig. 40). Aus dem Ende des Truncus entspringen jederseits entweder zwei Gefäße — eben so wie bei Menobranchus — oder die zwei Gefäße sind eine kurze Strecke vereinigt (ihre Lumina verschmolzen)[1]. Das erste dieser Gefäße, die erste Kiemenarterie, ist weit dünner als das folgende; es läuft wie bei der Salamanderlarve und den anderen dem ersten Kiemenbogen entlang zur ersten Kieme. Zwischen ihr und der Carotis externa habe ich nur einzelne, aber starke Anastomosen gefunden.

Fig. A.

Eine Kieme von Proteus von vorn gesehen, Schema. Man sieht die scharfen Ränder der Blätter. Die Kiemenvene und deren Verzweigungen zu der einen Reihe Blätter ist in der Figur angedeutet.

Das zweite Gefäß theilt sich in der Nähe der Kiemenspalten in zwei, die zweite und dritte Kiemenarterie. Ein vierter Arterienbogen existirt eben so wenig wie ein vierter Kiemenbogen; da ich ein gut injicirtes Thier vor mir hatte und speciell auf diesen Punkt meine Aufmerksamkeit gerichtet habe, kann ich einen solchen nicht übersehen haben. Zwischen der zweiten Kiemenarterie und Kiemenvene findet sich die gewöhnliche Anastomose, ein ziemlich starkes Gefäß. Zwischen der dritten Kiemenarterie und Kiemenvene fehlt sie dagegen[2].

Die Carotis externa ist ein ziemlich schwaches Gefäß: die Carotis interna ist schwächer als die Anastomose zwischen der ersten Kiemenvene und der Aortenwurzel — jedenfalls nach dem Injektionsbefunde.

Die zweite und dritte Kiemenvene vereinigen sich näher am Austritt aus der Kieme als bei der Salamanderlarve und die Anastomose zwischen der zweiten Kiemenarterie und der entsprechenden Kiemenvene mündet in letztere, kurz vordem dass diese sich mit der dritten Kiemenvene vereinigt; vgl. Fig. 40.

Die Lungenarterie — richtiger: das Stück α—β des vierten Bogens — geht nicht wie bei der Salamanderlarve von der dritten

[1] Man vgl. den Abschnitt »Conus und Truncus«.

[2] Es ist wohl nicht unwahrscheinlich, dass dasselbe bei Menobranchus stattfindet.

Kiemenvene aus, entspringt vielmehr erst von dem durch die Vereinigung der zweiten und dritten Kiemenvene entstandenen Gefäß. Wenn wir dieses Faktum mit dem oben erwähnten: dass die Anastomose zwischen der zweiten Kiemenarterie und Kiemenvene nahe am Zusammenfluss der letzteren mit der dritten Kiemenvene in die zweite Kiemenvene mündet, vergleichen, so scheint es klar, dass die zweite und dritte Kiemenvene der Salamandralarve (vgl. die Fig. 31) hier eine Strecke weit mit einander verschmolzen sind; dadurch werden beide Thatsachen leicht erklärt. — Die Lungenarterien geben auch hier Äste zum Ösophagus ab.

Die zwei Aortenwurzeln sind ziemlich lang; die Subclavien gehen kurz nach der Vereinigung jener ab[1].

Von den hier dargestellten Thatsachen hebe ich die folgenden hervor: Die Oblitteration des vierten Arterienbogens, die Vereinigung der zweiten und dritten Kiemenarterie eine Strecke weit, das Ursprungsverhältnis der Lungenarterie; endlich die Stärke der Anastomosen, die sicher andeuten, dass von dem durch die Kiemenarterien strömenden Blut nur ein Theil in die Kiemen gelangt und respirirt wird.

(In »Del Proteo anguino di Laurenti monografia« [1819] von Configliachi e Rusconi wird eine gute Darstellung von den Kiemengefäßen gegeben[2]. Die zwei jederseits aus dem Truncus tretenden Gefäße sind eine Strecke verschmolzen dargestellt, was vorkommen kann, aber nicht immer der Fall ist. Die Anastomose *y* ist unrichtig — jedenfalls nicht mit meinen sicheren Befunden übereinstimmend — so dargestellt, als mündete sie nicht in die zweite Kiemenvene, sondern in das durch die Verbindung der zweiten und dritten entstandene Gefäß. Die Figur von einer »Ramoscello di una branchia« ist in so fern nicht zutreffend, als nur eine Blätterreihe gegeben ist; die Gefäße der einzelnen Blätter sind aber richtig.

Hyrtl[3] hat einige Bemerkungen über die Kiemengefäße gegeben. Was er über die Kiemen und die Verästelung der Gefäße in denselben sagt, ist unrichtig. Wie schon oben angeführt, ist der Bau der Kiemen, recht besehen, mit dem der Salamandrakiemen

---

[1] Ob die Gefäße der Kiemenplatten mit den Kiemengefäßen in Verbindung stehen oder nicht, kann ich nicht bestimmt sagen.

[2] Die Tafeln sind in des letzteren Observ. s. l. Sirène wiederholt.

[3] Berichtig. ü. d. Bau d. Gefäßsytems bei Hypochthon. Medic. Jahrb. d. österr. Staates, Bd. 48, 1844, pag. 259—261.

übereinstimmend, und die Gefäßvertheilung im Wesentlichen ebenfalls.)

6) Siren.

Von Kiemenlöchern sind jederseits drei vorhanden hinter dem ersten, zweiten und dritten Kiemenbogen; nur das erste von den bei Salamandra vorhandenen Löchern hat sich geschlossen.

Am inneren Rande der Kiemenbogen sitzen ganz schön entwickelte und ziemlich zahlreiche »gill-rakers«, und zwar am ersten Bogen eine Reihe, am zweiten zwei Reihen, am dritten wieder zwei, am vierten eine, also ganz wie bei der Salamanderlarve. Die Kiemenplatte am Hinterrande der Kiemenbogen ist hier an allen vier Kiemenbogen vorhanden, doch nicht bedeutend entfaltet und ziemlich dick. Vom Kiemendeckel treffen wir kaum mehr eine Spur und die Falte am Halse fehlt ganz.

Die Kiemen sind leicht zu verstehen, wenn man sie mit denen von Proteus vergleicht. Die Verästelung des Stammes ist noch weiter gegangen, die Äste haben sich wieder verzweigt, die dadurch entstandenen kleineren Äste zum Theil wieder, so dass man bei diesen Kiemen fast von baumförmiger Verästelung sprechen könnte; besser wäre der Vergleich mit einem vielfach verzweigten Farnblatt — doch, beide Vergleiche hinken. Die Verästelung ist immer so, dass man, eben so wie bei Proteus, sagen kann, dass ein Stamm vorhanden ist mit zwei vielfach gebuchteten Blätterreihen.

Zu der Untersuchung der Arterienbogen habe ich ein großes, wohl erhaltenes Exemplar gehabt, und da es mir gelang, von der Rückenaorta aus die Gefäße mit Berlinerblau zu injiciren, kann ich mit einiger Sicherheit sprechen, was ich desshalb bemerke, weil, wie man unten sehen wird, recht merkwürdige Verhältnisse obwalten. Wir beschreiben unter stetem Vergleich mit der Salamanderlarve.

Aus dem Truncus treten — oder er spaltet sich in — drei gleich starke Arterien jederseits. Die erste dieser, die erste Kiemenarterie, verhält sich wesentlich wie bei der Salamanderlarve: auch mit der ersten Kiemenvene ist Gleiches der Fall: und es finden sich ähnliche Anastomosen zwischen Kiemenarterie und Carotis externa.

Die zweite Kiemenarterie verhält sich ebenfalls kaum anders als bei Salamandra: dieselbe Anastomose, *y*, findet sich zwischen

ihr und der zweiten Kiemenvene (ob wieder kleinere Anastomosen sich zwischen γ und $2a$ finden, kann ich nicht sagen).

Um so größer sind die Verschiedenheiten zwischen dem dritten und vierten Arterienbogen hier und bei der Salamanderlarve.

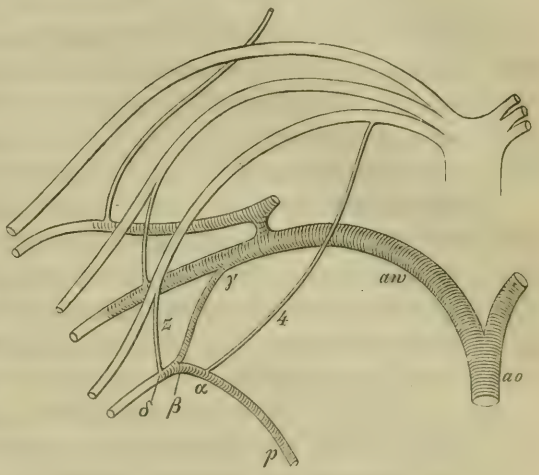
Nachdem das dritte aus dem Truncus hervorgegangene Gefäß eine Strecke weit einfach verlaufen ist, theilt es sich in zwei ungleiche Äste: die dritte Kiemenarterie und der vierte Arterienbogen, letzterer natürlich der schwächere; mit anderen Worten: ein Stück des dritten Arterienbogens und ein Stück des vierten sind mit einander verschmolzen. — Die dritte Kiemenarterie so wie der vierte Arterienbogen laufen weiter am hinteren Rande der respektiven Kiemenbogen.

Für die demnächst zu schildernden Verhältnisse: das Zusammentreten der dritten Kiemenvene und des vierten Bogens, den Ursprung der Pulmonalarterie, würde eine einfache Beschreibung nicht genügen. Um sie zu verstehen, müssen wir einen Blick auf die Figur 31 von der Salamanderlarve werfen. Wir sehen hier, dass die dritte Kiemenvene bei β mit dem vierten Arterienbogen zusammentritt und die zwei Gefäße einen ganz kurzen starken Kanal β—γ bilden, der sich mit der zweiten Kiemenvene vereinigt. Man denke sich jetzt, dass der Punkt β sich nach außen bewegt, so dass er schließlich den Punkt δ erreicht, wo die Anastomose z in die dritte Kiemenvene mündet; man sieht ein, dass β—γ dadurch beträchtlich verlängert wird. Gleichzeitig denke man sich, dass das Stück α—β des vierten Arterienbogens sich verkürzt, so dass schließlich der Punkt α mit β und δ zusammenfällt[1]. Von diesem einen Punkt werden dann fünf Gefäße nach verschiedenen Seiten ausstrahlen: die dritte Kiemenvene, die Pulmonalarterie, der vierte Arterienbogen, β—γ, die Anastomose z (vgl. den nebenstehenden Holzschnitt *B*, der ein hypothetisches Zwischenstadium darstellt). Denkt man sich nun, dass die drei letzteren Gefäße sich enger mit einander verbinden und ein kurzes gemeinsames Stück entstehen lassen, so haben wir das bei Siren obwaltende Verhältnis (Fig. 37); die Pulmonalarterie erscheint hier als eine direkte Fortsetzung der dritten Kiemenvene: das Gefäß β—γ ist dünn, von gleichem Kaliber

[1] Die geschilderten Vorgänge können auch — vielleicht präciser — folgendermaßen ausgedrückt werden: α—β und β—δ verschmelzen ihrer ganzen Länge nach zu einem Gefäß; da sie ungefähr gleich lang sind, wird das Resultat ein Zusammenfallen von α und δ werden.

wie der vierte Arterienbogen und das Gefäß *z*. — Ich kann übrigens nicht umhin, schon hier auf das interessante Faktum aufmerksam zu machen, dass Siredon in zwei Stücken, nämlich in der Verlängerung des Gefäßes β—γ und dem eigenthümlichen Verhalten der Lungenarterie zur dritten Kiemenvene, eine Stufe zwischen der Salamanderlarve und Siren bildet.

Fig. B.



Für die Buchstaben vgl. Fig. 31.

Über die Gefäße der Kiemenplatten so wie über den Verlauf der Gefäße in den Kiemen habe ich keine Beobachtungen.

(Die bisherigen Angaben über das Gefäßsystem von Siren sind ziemlich dürftig; wir wollen hier nur die Arbeiten von Rusconi[1] und Léon Vaillant[2] betrachten; auch Owen[3] hat Angaben.

Es ist äußerst interessant und bezeichnend, dass der einzige Verfasser, der den vierten Arterienbogen gesehen hat, Rusconi ist [Tab. VI Fig. 6]. Er wurde zu der Entdeckung desselben durch seinen echt philosophischen Geist und durch seine genaue Kenntnisse über die verwandten Formen geleitet. Er fand überall die größte »ressemblance« zwischen Siren und der Larve der Urodelen; er suchte den vierten Arterienbogen und fand ihn. — Übrigens ist dies eigentlich die einzige Beobachtung, die er über die Gefäße von Siren hat; über das Zusammentreten der Arterienbogen etc. hat er gar nichts.

Léon Vaillant hat den vierten Bogen übersehen oder, richtiger, verkannt. Seine Beschreibung und Figur ist uns desswegen werthvoll, weil er offenbar nach seinen Angaben mit einem gut injicirten Exemplar

---

[1] Observations s. la Sirène mise en parallèle etc. 1837.

[2] Mem. p. s. à l'hist. anat. de la Sirène. Ann. d. Scienc. nat. Zool. 4. Sér. XIX. 1863, pag. 331—333, Tab. 8 Fig. 2 und 3.

[3] On the Struct. of the Heart in the Perennibr. Transact. of the Zool. Soc. of London 1835, Tab. 31 Fig. 1 und 3.

gearbeitet hat[1]. Wenn man seine Figur recht besieht, findet man denn auch, dass er Ähnliches gesehen hat wie ich. Wir finden am Abgange der Lungenarterie einen Knotenpunkt von fünf Gefäßen; unser β—γ wird mit f^3 bezeichnet, die dritte Kiemenvene mit e^3; unser z ist nicht bezeichnet; er hat auch den vierten Bogen, aber nur dessen Endstück [er bezeichnet ihn mit h' und sagt, gewissermaßen richtig, dass er »pour l'appareil branchial« bestimmt ist]. Übrigens werden wir uns sonst nicht auf Einzelnheiten der Figur einlassen; die ist dürftig genug, und ich habe nur Obiges angeführt, weil der Leser darin eine Bestätigung meiner Angaben finden kann.)

Menopoma habe ich leider nicht untersuchen können. Es liegt aber eine, wie es scheint, ganz gute Figur in Desc. and illustr. Catal. of the Physiol. Series contained in the Museum of the R. College of Surgeons Vol. II (1834). Menopoma besitzt nach dieser Figur vier Arterienbogen, von welchen der zweite und dritte ungefähr gleich stark sind, während der erste und namentlich der vierte bedeutend schwächer ist; in der Weise, in welcher die Arterienbogen sich vereinigen und die Lungenarterie abgeht, stimmt er im Wesentlichen mit Salamandra. Es ist recht interessant, dass das relative Kaliber der Arterienbogen mehr auf die Salamandralarve als auf den Erwachsenen hinweist; ich werde jedoch, da ich keine Autopsie in diesem Punkt habe, keine Schlüsse hieraus zu ziehen versuchen.

Über Amphiuma liegen nur spärliche Mittheilungen vor, namentlich in Rusconi's Amours des Salamandres aquat.; Rusconi giebt hier eine Figur der Arterienbogen einer »Sirène lacertine«, welche aber, wie es sich später zeigte, eine Amphiuma war. Man sieht in der Figur, dass der vierte Bogen bedeutend schwächer ist als die drei anderen, also etwas Ähnliches wie bei Menopoma zeigt.

7) Rana.

Dasjenige Stadium der Entwicklung, in welchem die Froschlarven mit äußeren, denen der Salamanderlarve homologen, Kiemen versehen sind, habe ich, eben so wenig wie den Übergang von diesem Stadium in das folgende, auf die Gefäße studirt. Da die Larven in

[1] L'état dans lequel se trouvait l'animal que j'ai examiné m'ayant permis de tenter des injections plus complètes que celles qu'il avait été possible d'effectuer jusqu'ici.

jenem Stadium undurchsichtig und zu klein sind, um injicirt zu werden, wird es nur an Schnitten möglich sein, die Gefäße zu untersuchen; und äußere Umstände haben mich verhindert die Lösung dieser — ohne Zweifel sehr schwierigen — interessanten Aufgabe zu versuchen.

Die äußeren Kiemen haben bekanntlich nur ein kurzes Bestehen. Es entwickelt sich vom Zungenbeinbogen eine mächtige Falte — wohl der weiter entwickelte Kiemendeckel der Urodelenlarven —, die nach hinten wächst und die Kiemen und Kiemenbogen überdeckt: ihr freier Rand wächst nachher hinter ihnen fest, so dass nur ein kleines Loch an der linken Seite offen bleibt, wodurch in die nunmehr gebildete Kiemenhöhle von außen her ein Zutritt sich findet. Die so eingeschlossenen äußeren Kiemen verkümmern.

Statt ihrer bildet sich nun ein ganz mächtiger, neuer Kiemenapparat am Hinterrande aller vier Kiemenbogen aus. Diese »inneren« Kiemen dürfen selbstverständlich nicht etwa mit den Kiemen der Fische, die an entsprechender Stelle sich finden, zusammengebracht werden; es sind, wie die Reihe von Thatsachen — man vergleiche auch das Schlusskapitel dieses Abschnittes — am evidentesten zeigt, vollständig Neubildungen.

Diese inneren Kiemen verhalten sich, wenn sie entwickelt sind, folgendermaßen. Es sind ganz reich baumförmig verästelte, zarte und dünnhäutige Büschel; mit den »äußeren« Kiemen der Urodelen haben diese Kiemen keine Ähnlichkeit, sie haben keine Blätter etc. Von solchen Büscheln findet sich eine ziemliche Zahl in ein paar alternirenden Reihen am Hinterrande jeder der drei ersten Kiemenbogen; am vierten Bogen ist nur eine Reihe vorhanden. Wenn man die Kiemenhöhle öffnet, sieht man die ganze Masse der Kiemenbüschel, jederseits dicht an einander gelagert, als zwei rothe Polster.

Auch in anderer Hinsicht sind sehr bemerkenswerthe Verschiedenheiten zwischen der Ranalarve mit inneren Kiemen und der Salamandralarve vorhanden. Wie man sich erinnert, finden sich am Innenrande der Kiemenbogen bei der Salamanderlarve am zweiten und dritten Kiemenbogen zwei Reihen knorpelartiger Fortsätze, am ersten und vierten eine Reihe solcher, dazu bestimmt, einen allerdings nicht sehr vollkommenen Filtrirapparat herzustellen. Diese Gebilde finden wir hier wieder, in einer sehr veränderten, reich differenzirten Form, aber mit derselben Funktion. Man denke sich, dass der dünne bindegewebige Überzug am inneren Rande der Kiemen-

bogen bei der Salamanderlarve sehr stark wuchert, so dass schließlich eine ziemlich breite Platte von dem genannten Rande auswächst. Man denke sich ferner, dass die genannten knorpelartigen Fortsätze — die aber gar nicht aus Knorpel bestehen — in entsprechender Weise auswachsen, so dass sie schließlich an der genannten Platte querverlaufende Wälle bilden. Der freie Rand dieser Wälle ist ferner ganz breit und stößt an die benachbarten, während ihre Anheftungsstellen schmaler sind, so dass, wie man begreift, zwischen den Wällen Kanäle laufen. Aber dieser breitere Rand ist vielfach von beiden Seiten eingeschnitten, so dass die ganze Fläche, die die breiten Ränder der Wälle an einer Seite eines Kiemenbogens bilden, fast wie ein Sieb durchbrochen ist, doch so, dass statt der Löcher feine geschlängelte Spalten sich finden. Man könnte auch sagen, dass schmale Wälle vorhanden sind, von deren Seiten nahe am freien Rande vielfach verästelte Auswüchse ausgehen, die zusammen eine Fläche bilden. Die Wälle werden übrigens gegen den freien Rand der sie tragenden Platte zu allmählich niedriger; es treten hier auch kleinere supplementäre Wälle auf, die die Zwischenräume zwischen den zum Theil auch schmaler werdenden Wällen ausfüllen (Fig. 42). — Die Wälle finden sich in einer Reihe am ersten und vierten, in zwei am zweiten und dritten Kiemenbogen (vgl. Salamandra).

Die äußeren (hinteren) Enden der Siebwälle — so wollen wir sie nennen — greifen alternirend zwischen die entsprechenden der benachbarten Reihe des angrenzenden Kiemenbogens ein. Es wird übrigens aus der Beschreibung klar werden, dass durch diesen ganzen Apparat ein Kanalsystem gebildet wird, das mit dem Raum der Mundhöhle nur durch feinste Öffnungen in Verbindung steht, während die Kanäle weit offen in die Kiemenhöhle münden. Wenn man eine lebende Kaulquappe im Wasser betrachtet, sieht man, wie sie ununterbrochen Wasser schluckt, und wie der Boden der Mundhöhle auf und ab in steter Bewegung ist. Das Wasser wird so durch den Mund getrieben, durch den soeben geschilderten schönen Apparat filtrirt und über die Kiemen geleitet. Die große Bedeutung dieses Apparates in der Ökonomie des Thieres liegt an der Hand: es wäre lebensgefährlich, wenn feste Gegenstände in die enge Kiemenhöhle mit dem kleinen Ausgang, zwischen die feinhäutigen zarten Kiemenbüschel gerathen könnten: Solches ist, obiger Einrichtung gemäß, ganz ausgeschlossen.

Des histiologischen Baues dieser Siebwälle wollen wir mit ein

paar Worten gedenken. Sie bestehen aus einer festen Bindegewebs-Modifikation, mit reichlicher homogener Grundsubstanz, worin feine Fibrillen und Zellkerne eingelagert sind — das heißt aus einem Gewebe, welches mit dem der homologen Gebilde der Salamanderlarven in allem Wesentlichen übereinstimmt.

Bevor wir die Beschreibung des Kiemenapparates abschließen, ist noch anzuführen, dass die Zahl »innerer« Kiemenlöcher jederseits dieselbe wie bei der Salamanderlarve ist. Ferner bemerken wir, dass wegen der Plattgedrücktheit des Kopfes der Larven die Kiemenbogen mehr horizontal gelagert erscheinen als sonst. In der Mundhöhle finden wir eine Hautfalte, die die vorderen (unteren) Enden der Kiemenbogen überdecken; wir bezeichnen sie als Velum (vgl. Fig. 41).

Wenden wir uns demnächst zu den Gefäßen, die die Kiemen versorgen. Wir werden aus verschiedenen Gründen auch auf die Gefäße des Siebapparates eingehen müssen. Betrachten wir aber zuerst die Kiemengefäße (Fig. 43—44).

Aus dem hier wie beim erwachsenen Frosch vorn symmetrisch gespaltenen Truncus entspringen jederseits drei Gefäße, wovon das letzte nach kurzem Verlauf in zwei sich spaltet. Wir haben somit vier Gefäße jederseits, die vier Kiemenarterien, denn hier kann auch von einer vierten solchen gesprochen werden. Sie verlaufen am Hinterrande der Kiemenbogen und geben während ihres Verlaufes successiv Äste für die einzelnen Kiemenbüschel ab.

Neben der Kiemenarterie verläuft an jedem Bogen eine Kiemenvene. Diese steht mit jener — es ist dies ein Punkt, worauf ich, da anderweitige Angaben in der Litteratur vorliegen, ein besonderes Gewicht legen muss — in keiner Verbindung als durch die Kiemenkapillaren. Am unteren Ende der Kiemenbogen liegen die Kiemenvene und Kiemenarterie zwar dicht an einander, eine Kommunikation findet sich aber an dieser Stelle nicht und eben so wenig an anderen Stellen. Vielleicht kann es Verwunderung erregen, dass hier nicht ähnliche Kommunikationen zwischen Kiemenvene und Kiemenarterie vorhanden sind wie bei den Urodelen. Es muss aber in dieser Hinsicht bemerkt werden, dass hier die Kiemen unter ganz anderen Verhältnissen bestehen. Wir brachten — und wohl mit Recht — das Vorhandensein der Anastomosen bei jenen Larven in Zusammenhang mit den leicht möglichen Verstümmelungen der Kiemen. Eine solche Eventualität liegt hier ganz fern, oder wenn sie eintritt, müssen die äußeren Eingriffe so groß sein, dass das Thier zu Grunde gehen würde, wenn auch Anastomosen vorhanden wären. Anderer-

seits liegt in der Abwesenheit der Anastomosen ein Vorzug: alles Blut wird oxydirt.

Die Kiemenvenen vereinigen sich an der Basis cranii zu den Aortenwurzeln. Beim ersten Anblick sind die Verhältnisse (vgl. Figur 43) ziemlich von denen der Salamanderlarve verschieden. Man sieht zwei gebogene Längsstämme, deren Konvexität nach außen gewendet ist; vorn laufen sie in die Carotides internae aus, hinten in die Aortenwurzeln. In diese Stämme münden successiv von vorn nach hinten die vier Kiemenvenen, die drei ersten ziemlich von einander getrennt, die dritte und vierte einander ziemlich nahe; man könnte vielleicht sogar sagen, dass die zwei letzteren sich erst mit einander vereinigten und dann mit einem gemeinsamen, allerdings sehr kurzen Stück in das genannte Längsgefäß einmündeten. — Mit Hinblick auf die Salamanderlarve können wir dagegen folgendermaßen beschreiben: die drei letzten Kiemenvenen vereinigen sich in einem Punkt mit einander; das Verbindungsgefäß zwischen der ersten Kiemenvene und der Aortenwurzel bei Salamandra mündet hier in die zweite Kiemenvene.

Die Carotis externa verhält sich wie bei der Salamanderlarve, sie ist eine Fortsetzung der ersten Kiemenvene in entgegengesetzter Richtung von der Carotis interna. — Die Lungenarterie geht wie gewöhnlich von der vierten Kiemenvene ab, dicht an der Stelle, wo letztere in die Aortenwurzel mündet. — Die zwei Aortenwurzeln vereinigen sich erst weit hinten.

Die Frage: wie verhalten sich die geschilderten Gefäße zu den Kiemengefäßen bei den Urodelen, ist eine sehr nahe liegende. Was die Anfangstheile der Kiemenarterien, was ferner die End-Abschnitte der Kiemenvenen betrifft, können wir nicht bezweifeln, dass wir es hier mit Gebilden zu thun haben, die mit den gleichnamigen der Salamanderlarven strikte homolog sind. Dasselbe gilt ferner von der ganzen ersten Kiemenarterie und Kiemenvene und es kann auch für die zweite und dritte Kiemenarterie angenommen werden. Über die übrigen Partien der Gefäße können wir aber in jener Beziehung nur Vermuthungen haben; diese aus einander zu setzen finde ich hier nicht an seinem Platz: man muss sich nämlich vergegenwärtigen, dass die Frage von dem Verhalten der Kiemengefäße zu denen der Salamanderlarve wahrscheinlich mit der Frage von deren Verhalten zum Gefäßapparat der äußeren Kiemen der jungen Rana-Larven wesentlich zusammenfällt — dass man also ihre Lösung auf ontogenetischem Wege hoffen kann.

Betrachten wir nun die Gefäße des Siebapparates. Am vierten Kiemenbogen läuft ziemlich dicht an der Kiemenarterie ein Gefäß, das zu den einzelnen Wällen des Siebapparates Arterien abgiebt; dieses Gefäß steht durch einen sehr kurzen Querstamm mit der Kiemenarterie in Verbindung und empfängt durch diesen Querstamm ihr Blut von dieser; man könnte auch sagen, dass ungefähr von der Mitte der Kiemenarterie ein kurzes Gefäß abgeht, das sich gleich in zwei Äste spaltet, die in einer Linie liegen und wieder Arterien für den Sieb-Apparat abgeben.

Am dritten Kiemenbogen geht von der dritten Kiemenarterie unten ein Gefäß ab, das dem inneren Rande des knorpligen Kiemenbogens entlang läuft und successiv Äste für die beiderseitigen Siebwälle abgiebt.

Am ersten und zweiten Kiemenbogen erhalten die Siebwälle wohl ihr Blut von einer Kiemenarterie eben so wie an den zwei anderen, aber die Verhältnisse sind etwas komplicirter. Von der zweiten Kiemenarterie entspringt nämlich ein Gefäß, das erstens den Siebapparat des zweiten Kiemenbogens versorgt, aber außerdem den Siebapparat des ersten Kiemenbogens und das Velum in folgender Weise: Der gemeinsame Stamm entspringt wie gesagt aus der zweiten Kiemenarterie. Er entsendet erstens die für den Siebapparat des zweiten Kiemenbogens bestimmte Arterie. Kurz nachher spaltet er sich in zwei stärkere und ein kleines Gefäß; eins von den größeren läuft medianwärts und versorgt den größeren Theil des Velums, während das kleinere einen kleineren Theil desselben mit Blut speist; das andere der größeren ist die Arterie des Siebapparates am ersten Bogen; es entsendet übrigens noch ein kleines Gefäß für das Velum. — Die zwei Arterien des Siebapparates am ersten und zweiten Bogen laufen dem inneren Rande des knorpeligen Bogen entlang. — Es sei hier noch bemerkt, dass die Arterien des Siebapparates im Verhältnis zu den Kiemenarterien, von welchen sie entspringen, nur schwache Gefäße sind.

Die Venen des Siebapparates verhalten sich folgendermaßen. Dem Rande des Velums ungefähr parallel läuft eine Vene, die durch die vom Siebapparat des zweiten und dritten Kiemenbogens kommenden Venen gebildet wird (vgl. Fig. 48); in dieses Gefäß münden auch einige der Venen des Velums ein, so z. B. eine in die Mitte derselben (mit *vv* bezeichnet). Rechts von der Mitte der Randvene entspringt von derselben ein Gefäß, das das Blut der Randvene in den linken Ductus Cuvieri führt: unterwegs nimmt dieses Gefäß die

Vene des Siebapparates am vierten linken Kiemenbogen auf. Die Vene des Siebapparates am rechten vierten Kiemenbogen mündet in den rechten Ductus Cuvieri ein. — Die Vene des Siebapparates des ersten Bogens geht nicht zu der genannten Randvene; sie geht nach oben, wahrscheinlich zu einer Vene an der Basis cranii, aber eben so wenig wie die anderen zu einer Kiemenvene. Auch von der oberen Partie des Siebapparates am zweiten Kiemenbogen geht eine kleine Vene nach oben[1].

Wenn man einen Blick auf die Gefäße des Siebapparates wirft, kann das Wesentliche folgendermaßen ausgedrückt werden: Er empfängt sein Blut von den Kiemenarterien (also venöses Blut) und giebt es zu den Körpervenen ab. Man wird schon aus den beschriebenen Gefäßverhältnissen leicht sehen, dass der genannte Apparat keinesfalls als ein Glied des Kiemenapparates aufgefasst werden kann; dagegen, dass er etwa doch eine bedeutende respiratorische Rolle spielen sollte, spricht das Verhältnis seiner Gewebe, ferner auch der verhältnismäßig — was man am besten an Schnitten sieht — geringe Theil, den die Blutgefäße in ihm einnehmen. Es ist demnach vollkommen klar, dass die Gefäße nur Ernährungsgefäße sind, und dass der Umstand, dass venöses Blut zugeführt wird, damit in Verbindung steht, dass das Blut an Ort und Stelle respirirt werden kann; denn es fällt mir natürlich nicht ein, in Abrede zu stellen, dass der Apparat auch eine kleine respiratorische Rolle spielt — eben so wie jeder andere Theil der Oberfläche.

Somit ist es nach Betrachtung ihrer Form, ihrer geweblichen Konstitution, dem Verhalten ihrer Blutgefäße klar geworden, dass die als Siebapparat zusammengefassten Gebilde keineswegs Kiemen sind — wie sie von einigen Autoren aufgefasst wurden — sondern eben nur Organe, die dazu bestimmt sind, das Wasser zu filtriren, bevor es über die Kiemen geleitet wird.

Bevor wir diesen Apparat verlassen, bemerken wir nur noch, dass es höchst wahrscheinlich ist, dass die Hauptarterien des Siebapparates den dünnen Gefäßen, die längs dem Innenrande der Kiemenbogen bei der Salamanderlarve verlaufen, entsprechen: die Lagerungsverhältnisse sind an den drei ersten Bogen genau dieselben; eben so wie auch ihre Funktion dieselbe erscheint. Wir müssen

[1] Die Gefäße des Siebapparates gehören nicht zu den leichtesten Untersuchungsobjekten, und es hat mir sehr viel Zeit und Mühe gekostet sie zu studiren. Die obigen Angaben sind aber auch alle vollkommen sichergestellt.

dann annehmen, dass Anastomosen sich zwischen ihnen und den Kiemenarterien ausgebildet, und dass sie sich beträchtlich erweitert haben.

Betrachten wir demnächst einige Übergangsstadien.

1) Larve mit langem Schwanz, der jedoch zu verkümmern angefangen hat, Vorderfüße hervorgebrochen. Habitus schon ziemlich froschartig. Die Kiemen sind noch ganz deutlich, sie sind aber wie eingeschrumpft. Am zweiten Kiemenbogen kann ich nach einer ziemlich mühsamen Präparation eine sehr wichtige Änderung in den Gefäßen finden: eben so am ersten Bogen[1]. Es zeigt sich nämlich, dass eine Verschmelzung der Kiemenvene und Kiemenarterie an der Stelle, wo sie schon bei den oben beschriebenen Larven dicht an einander gelagert waren, stattgefunden hat. Die Injektionsmasse ist nämlich von der unteren Partie der Kiemenarterie direkt in die Kiemenvene gegangen, ohne entweder die obere Partie der Kiemenarterie oder die Kiemenbüschel zu füllen (man vgl. Fig. 45). Es ist somit schon jetzt ein einheitlicher Arterienbogen konstituirt worden. Übrigens ist die nicht mit Injektionsmasse gefüllte Partie der Kiemenarterie noch ein ganz starkes Gefäß: eben so wie auch sowohl von Kiemenvene wie von Kiemenarterie Äste — die aber, wie gesagt, nicht gefüllt sind — zu den geschrumpften Kiemenbüscheln abgehen (oder von ihnen empfangen werden).

2) Junger Frosch mit kurzem bis zum Knie reichenden Schwanz. Kiemen geschrumpft, die einzelnen Büschel noch unterscheidbar[2].

Ich finde hier Verhältnisse, die sich den soeben beschriebenen ziemlich anschließen. Das Stück der Kiemenarterie, das bei dem Stadium Nr. 1 nicht injicirt, aber doch noch von bedeutender Stärke war, ist hier dünn, geschrumpft: von einer Abschnürung ist jedoch nicht die Rede, denn zuweilen ist etwas, wenn auch wenig, Masse in sie eingedrungen.

3) Junger Frosch mit ganz verschwundenem Schwanz. Von den Kiemen sind kleine, aber deutliche Überreste vorhanden (Fig. 46).

Es finden sich die vier schon in den vorigen Stadien konstituirten einfachen Arterienbogen; der vierte ist der schwächste, der zweite etwas stärker als der erste und dritte. Im Zusammentreten

[1] An den anderen Bogen misslang die Präparation.

[2] Später, bevor sie vollends zu Grunde gehen, bilden sie eine Masse.

der Arterienbogen sind in Vergleich mit der Larve einige bemerkenswerthe Änderungen eingetreten: das durch das Zusammentreten des dritten und vierten Arterienbogens gebildete, bei der Larve kaum erkennbare Gefäß (β—γ der Salamanderlarve) hat sich hier ganz deutlich verlängert; dagegen ist das Stück des zweiten Arterienbogens, das zwischen der Einmündung der Anastomose des ersten Bogens in denselben und der Verbindungsstelle mit dem dritten Bogen (richtiger mit dem Gefäß β—γ) liegt, bedeutend verkürzt. — Vom Stück α—β des vierten Bogens geht nun eine mächtige Arteria cutanea (vgl. Salam.) ab; sie erscheint stärker als die Pulmonalarterie. — Bemerkenswerth und interessant ist die Ähnlichkeit dieses Stadiums mit den bleibenden Verhältnissen bei Salamandra.

4) Bei anderen Individuen gleicher Größe, wie die eben erwähnte Larve, die auch äußerlich ganz ähnlich erschienen, habe ich wesentlich veränderte Verhältnisse gefunden. Statt vier Arterienbogen, wie im vorigen Stadium, treffen wir hier nur drei. Der dritte Bogen ist fast ganz oblitterirt, glücklicherweise findet sich aber noch ein Überrest an der Stelle, wo er sich früher vom vierten Arterienbogen abzweigte, so dass wir hier einen sehr handgreiflichen Beweis dafür haben, was für ein Bogen es ist, der beim Erwachsenen fehlt. Dieser Überrest ist vollständig oder fast vollständig vom vierten Arterienbogen abgeschnürt, mit geronnenem Blut gefüllt; der übrige Theil des dritten Bogens, so wie das Stück β—γ ist spurlos verschwunden; das Stück α—β persistirt dagegen, setzt sich in die Arteria cutanea direkt und ohne Grenze fort; übrigens ist der vierte Bogen jetzt entschieden stärker (dazu auch kürzer) geworden. — Die Anastomose zwischen dem ersten und zweiten Bogen ist ebenfalls oblitterirt; nur die schwarz pigmentirte Lymphscheide, die sich in die Lymphscheiden des ersten und zweiten Bogens fortsetzt, ist noch vorhanden. — Wie man sieht, sind merkwürdig große und rapide Umgestaltungen vor sich gegangen im Verhältnis zum vorigen Stadium, das äußerlich von diesem gar nicht zu unterscheiden ist.

Die Verhältnisse, die wir beim erwachsenen Frosch finden, schließen sich ganz an das letzte hier geschilderte Stadium an; und da die Arterienbogen des erwachsenen Frosches außerdem schon gut beschrieben sind, können wir uns der Mühe entheben sie hier im

Einzelnen wieder zu beschreiben. Ich bemerke dann nur, dass der dritte Bogen natürlich vollends oblitterirt ist: ferner dass ich von der Lungenarterie keine Ösophagealäste auffinden konnte — im Gegensatz zu den übrigen hierauf von mir untersuchten Amphibien — dass vielmehr der Ösophagus von einem starken Ast des zweiten Arterienbogens versorgt wird. Die Arteria cutanea ist hier ein enormer Ast, während die Gefäße von dem Stück α—β beim Salamander nur unbedeutend waren: die Haut hat zweifelsohne eine eminente respiratorische Bedeutung.

Über den Kiemenapparat der Froschlarve und seine Gefäße liegen ziemlich viele, aber, namentlich was die letzteren betrifft, durchgängig sehr wenig genügende Darstellungen vor.

Rusconi, den wir hier wieder als den gewissenhaftesten der Verfasser treffen, hat in zwei seiner Bücher: »Développem. d. la Grénouille comm.« [1826, mit Figuren] und namentlich in »Descr. anat. d. Org. d. circol. d. Larve d. Salam. acq.« [1817], pag. 22 ff., verschiedene Angaben über den Kiemenapparat und die Kiemengefäße der Froschlarve gegeben. Es ist erquickend zu sehen, dass schon Rusconi im Gegensatz zu späteren Autoren einen richtigen Begriff über den physiologischen Werth des von uns als Siebapparat bezeichneten Organs hatte; in dem erstgenannten Buch giebt er [pag. 53] eine wohl nicht sehr erschöpfende aber so weit sie geht richtige Beschreibung von diesem »filtre«, wie er es treffend nennt. Dagegen ist seine Beschreibung der Kiemengefäße[1], wenn auch offenbar auf recht sorgsame Untersuchungen gestützt, doch ganz unrichtig: er lässt die Kiemenvene sowohl unten wie oben mit der Kiemenarterie kommuniciren: der erste Fehler ist mir leichter verständlich [vgl. meine Beschreibung], der andere ist mir dagegen kaum bei einem so tüchtigen Beobachter erklärlich: denn oben sind Kiemenarterie und Kiemenvene keineswegs so innig an einander gelagert[2]. Auch seine Angaben über die Umwandlung der Arterienbogen der Larve [in der letzt citirten Abh.] in die Gefäße, die man beim Erwachsenen findet, sind nicht zutreffend: Arteria cutanea [von deren Ästen er nur einen

[1] Die Gefäße des Siebapparates werden gar nicht erwähnt.

[2] Er erzählt (»Descr. anat.« etc. pag. 27—28), dass er in Gegenwart seines »Freundes« Panizza, »Anatomico studiosissimo« eine Froschlarve injiciren wollte, dass die Injektion nicht schön ausfiel aber eben dadurch einen Beweis für seine Angaben abgäbe »sebben non entrasse molt' addentro nelle branchie, tuttavia fecessi strada per l'aorta«; wozu bemerkt werden muss, dass um die Kiemenvene zu füllen es natürlich nicht nothwendig ist, dass die Masse mehr wie einige Kiemenbüschel füllt.

vorderen gesehen hat] lässt er aus dem dritten Arterienbogen entstehen; offenbar hat er keine solche Übergangsstadien genauer studirt, wie diejenigen, die ich oben beschrieben habe.

Calori hat in seiner Abhandlung »Descriptio anatomica branchiarum maxime internarum gyrini ranae esculentae etc.« [Novi Comment. Acad. Scient. Instituti Bononiensis 5. 1842] eine wunderbare Darstellung der Kiemengefäße und der Gefäße des Siebapparates bei der Froschlarve gegeben. Aus seiner Hauptfigur [Tab. XI Fig. 6] kann ich sehen, dass er im Ganzen Gefäße abgebildet hat, die wirklich vorhanden sind, hat sie aber allerlei kuriose Verbindungen eingehen lassen, so dass schließlich ein bunter Wirrwarr entstand. Dass seine Darstellung ganz unbrauchbar ist, versteht sich von selbst. Nur beiläufig sei gesagt, dass er Rusconi's Ansicht, dass unser Siebapparat ein »filtre« ist, nicht beipflichtet, ihn vielmehr als Kiemen betrachtet.

Lambotte hatte schon einige Jahre vor Calori eine Darstellung der Kiemengefäße und deren Umwandlungen in einer Abhandlung[1] »couronné« von der belgischen Akademie, mit dem grandiosen Motto »Non verbis, sed factis« gegeben. Die gelehrte Gesellschaft hat eben kein Glück damit gehabt, denn man soll wohl lange suchen um etwas Ähnliches wie das, was Lambotte hier dem wissenschaftlichen Publikum bietet, zu finden; als ein instar omnium empfehle ich eine Betrachtung seiner Figuren 21 und 22, die derart sind, dass es schwierig zu sagen ist, ob überhaupt etwas richtiges darin ist.

Ein gewisser Whitney hat im Jahre 1867 eine ganz dilettantmäßige Behandlung der Kiemengefäße bei der Froschlarve gegeben[2]. Als Charakteristikum kann angeführt werden, dass der vierte Kiemenbogen gar nicht erwähnt wird etc. etc.

Die Darstellung, die Götte in seinem Buch »Entwicklungsgesch. d. Unke« [1875] giebt, ist mit mehreren groben Fehlern behaftet. Auf die Verhältnisse der Arterienbogen zu den Kiemen geht er nicht ein, es ist also nur deren Ursprung und Zusammentreten behandelt; ich gehe bei der Beurtheilung von der Voraussetzung aus — die wohl nicht bestritten werden wird — dass Bombinator sich wesentlich wie Rana verhält. — Es wird z. B. angegeben [pag. 753] — sowohl für jüngere

[1] Obs. anat. et physiol. s. l. Appar. sanguins et respir. d. Batr. anoures. Mém. couronnés de l'Acad. R. de Bruxelles XIII, 1838.

[2] On the Changes which accomp. the Metamorph. of the Tadpole etc. Trans. of the Microscop. Soc. New Ser. Vol. XV pag. 13 ff. (Quarterly Journ. of Microsc. Science. New Ser. Vol. VII).

wie für ältere Larven — dass der dritte Arterienbogen »gar nicht unmittelbar in die Aortenwurzel« [es heißt die vordere Fortsetzung derselben] mündet, aber nur einen Verbindungszweig zum zweiten Arterienbogen absendet und sich sonst als Pulmonalarterie fortsetzt; der vierte Bogen soll in diese einmünden [vgl. die Figuren GÖTTE's]. Dieses ist vollkommen unrichtig. — Ferner ist es ganz falsch, wenn er [pag. 758] ausspricht — offenbar ohne irgend welche genügende Beobachtungen, aber doch wie immer sehr positiv, »unzweifelhaft« — dass »der dritte Aortenbogen nach dem Schwunde des vierten Kiemengefäßbogens zur einfachen Lungenschlagader seiner Seite« wird [1]. Auf die breiten theoretischen Erörterungen, die sich diesen und anderen unrichtigen faktischen Angaben anschließen, kann ich nicht eingehen. — Der Siebapparat wird unter dem Namen »Innenkiemen« erwähnt.

An dieser Stelle sei auch eine Bemerkung von HUXLEY [2] notirt: . . . . in the present stage, the branchia of the tadpole are, as is well known, pouches, which present no merely superficial likeness to the branchial sacs of the Lamprey [3] [!]. A septum extends inwards from the concave face of each branchial arch, and the septa of the two middle arches terminate in free edges in the branchial dilatation of the pharynx. Vascular branchial tufts beset the whole convex outer edge of the branchial arch, and are continued [!] inwards in parallel transverse series of elevations [unsere Siebwälle], which become smaller and smaller towards the free edge of each septum, near which they cease«. Es wird aus meiner Beschreibung ohne Zweifel erhellen, dass die Ähnlichkeit zwischen dem Kiemenapparat der Froschlarve und dem der Petromyzonten wirklich nur sehr »superficial« ist.)

8) Coecilia (annulata).

Meine Angaben über Coecilia beziehen sich natürlich nur auf den erwachsenen Zustand und sind auch, was diesen betrifft, etwas lückenhaft.

---

[1] Ich kann nicht umhin einen anderen faktischen Fehler zu erwähnen. GÖTTE glaubt, dass bei den Urodelenlarven nur ein »Theil des vom letzten und kleinsten Gefäßbogen geführten Blutes« pag. 755 zu der Lunge geht; man vergleiche meine Angaben und Figuren.

[2] The craniofacial Apparatus of Petromyzon. Journ. of Anat. a. Physiol. X. 1876 (pag. 425).

[3] GÖTTE hat einen etwas ähnlichen Vergleich.

Die zwei ventralen Abtheilungen des Truncus entsenden jede eine Arterie, die nach vorn läuft, die rechte ist (vgl. den Truncus) stärker als die linke (Fig. 49). Die Arterie spaltet sich erst nach längerem Verlauf in Carotis und Aortenbogen (zweiter Arterienbogen); jene theilt sich wieder in Carotis interna und externa, ohne dass, wie es scheint, eine Carotidendrüse vorhanden ist. Zwischen dem ersten und zweiten Bogen besteht keine Anastomose. Ob die rechte und linke Carotis von verschiedenem Kaliber sind, weiß ich nicht. — Die linke Aortenwurzel ist schwächer als die rechte; sie vereinigen sich hinter dem Herzen.

Aus den zwei dorsalen Abtheilungen des Truncus gehen die Pulmonalarterien, oder richtiger die vierten Bogen, hervor: die rechte ist stärker als die linke. Sie biegen sich gleich scharf um und gehen nach hinten; an der Umbiegungsstelle geht eine Arterie, ähnlich der Arteria cutanea des Frosches, die sich nach vorn begiebt, ab. Von beiden Pulmonalarterien gehen eben so wie bei den Urodelen mehrere Äste zum Osophagus. — Eine Anastomose mit dem zweiten Bogen ist nicht vorhanden.

(Man vergleiche die bei der Beschreibung des Conus von Coecilia citirten Arbeiten von Rathke, Stannius und Wiedersheim. Die besten Angaben stammen von diesem; er hat jedoch übersehen, dass die Aortenbogen verschiedenen Kalibers sind, ferner erwähnt er, so weit ich sehe, nicht die Arteria cutanea; und er sagt unrichtig, dass die rechte Pulmonal-Arterie keine Ösophagus-Äste abgiebt. — Ferner hat Peters[1] die Arterienbogen einer jungen Coecilia beschrieben und abgebildet; der geehrte Verfasser giebt an, dass eine gemeinschaftliche unpaare Lungenarterie vorhanden sei, die sich nachher spalten sollte — was mir, obgleich es sich um eine andere Form handelt [C. compressicauda], nicht recht wahrscheinlich ist: die Kleinheit des Gegenstandes macht auch einen eventuellen Fehler sehr leicht verständlich.)

9) Allgemeines über die Kiemen und Arterienbogen der Amphibien; ihr Verhalten zu denen der Dipnoi.

Wir haben in Vorhergehendem Gelegenheit gehabt, uns mit verschiedenen Kiemenformen bekannt zu machen, die bei den Amphibienlarven und bei den Perennibranchiaten auftreten. Wir fanden bei den Anurenlarven eine eigenthümliche Kiemenform, womit wir

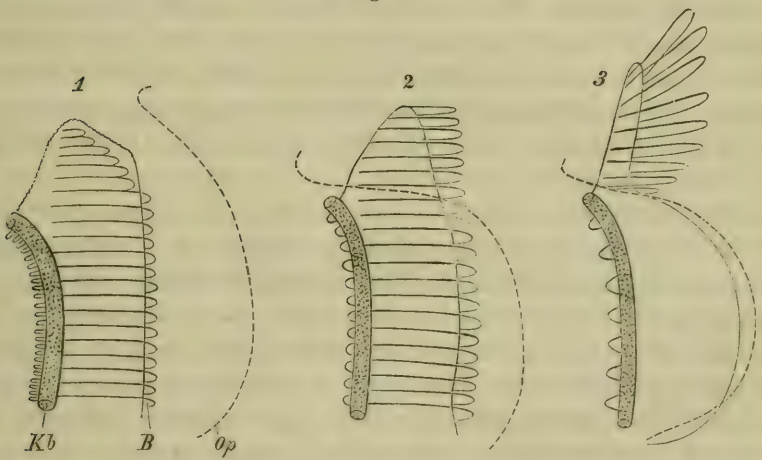
[1] Monatsberichte der Berliner Akad. 1875, pag. 485—486.

uns hier nicht beschäftigen wollen, eine specielle, nur dieser eng umschriebenen Thiergruppe angehörige. Die anderen Kiemen schließen sich eng zusammen und es zeigte sich, dass die Form, die wir bei den Salamandridenlarven, namentlich bei der Larve von Salamandra und Triton, fanden, die einfachere, ursprünglichere war; die der Perennibranchiaten konnten von ihr unschwer abgeleitet werden, während das Umgekehrte wohl schwierig, wenn nicht unmöglich sein würde.

Es fragt sich jetzt: steht diese Kiemenform in Beziehung zu den Kiemen, welche wir bei den niedrigeren Verwandten der Amphibien treffen, zunächst zu denen der Dipnoi? Ich glaube, ja.

Bei Ceratodus geht vom Hinterrand der Kiemenbogen eine häutige Platte aus, die sich oben über den Kiemenbogen hinaus streckt und sich an die Decke oder an die Wand der Kiemenhöhle befestigt. An beiden Seiten dieser Platte sind die Kiemenblätter befestigt, eine Reihe an jeder Seite; die Kiemenblätter sind mit dem einen Rand

Fig. C.



Nr. 1. Kieme von Ceratodus; die gezackte Linie deutet die Verwachsungslinie der kiemenblatttragenden Platte mit der Wand der Kiemenhöhle an. *Kb* knorpeliger Kiemenbogen; *B* Kiemenblatt; *Op* deutet den freien Rand des Operculums an; ob man sich vorstellt, dass die abgebildete, Kieme eine erste oder eine der folgenden ist, ist ohne Bedeutung, da die Kiemen mehr innerhalb einander als hinter einander sitzen, also ungefähr dieselbe Lage zum Operculum einnehmen. — Nr. 2. Hypothetisches Zwischenstadium zwischen Nr. 1 und Nr. 3. — Nr. 3. Kieme von der Salamandralarve. Alle drei Figuren sind Schemata.

angeheftet, so dass nur das äußerste Ende derselben frei ist. Die Hautplatte mit den Kiemenblättern bezeichnet man als Kieme.

Denken wir uns jetzt, dass der obere Winkel des äußeren Kiemenloches etwas nach vorn geschlitzt wird — etwa so weit wie bei

Polypterus und Lepidosteus oder vielleicht noch ein bischen weiter — der Kiemendeckel dazu noch an Umfang verringert, so dass die oberen Partien der Kiemen unbedeckt sitzen, während dieselben Partien sich gleichzeitig von der Wand der Kiemenhöhle frei machen; dann eine Verschmälerung der oberen Partie der kiemenblatttragenden Platte, wodurch die freien Enden der Kiemenblätter länger werden; endlich eine Wucherung des frei gemachten Theiles, so dass er als ein starker Fortsatz erscheint, während die noch vom Kiemendeckel überdeckten Kiemenblätter oblitteriren, so dass die Platte unten nackt wird — dann haben wir die Salamandrakieme (+ die Kiemenplatte) vor uns[1].

Bei den Larven der Urodelen finden sich, wie wir sahen, vier Arterienbogen, von welchen der letzte immer sehr dünn ist und die Pulmonalarterie abgiebt; alle vier Bogen vereinigen sich an der Basis cranii und zwar in ähnlicher Weise bei den verschiedenen untersuchten Formen. Die bei den Perennibranchiaten vorhandenen Verhältnisse lassen sich sämmtlich von den bei den Urodelenlarven bestehenden ableiten, nicht aber umgekehrt (vgl. die speciellen Darstellungen). — Die Anurenlarven schließen sich, was Ursprung und Zusammentreten der Arterienbogen betrifft, an die Urodelenlarven; was die mittleren Partien derselben angeht, so sind dagegen wegen des Auftretens neuer Kiemen, bedeutende Umgestaltungen vor sich gegangen.

Die Verhältnisse bei den erwachsenen Salamandriden stehen in morphologischer Hinsicht denen der Larven — wenn wir von denen mit der Ausschaltung der Kiemen stattgefundenen nothwendigen Veränderungen absehen — im Ganzen nahe. Wir finden dieselben vier Arterienbogen; jedoch oblitterirt der dritte öfters, und ist jedenfalls von geringer Bedeutung. Der vierte Arterienbogen wird in seinem größeren Theil stärker als früher; die Pulmonalarterie bekommt den größten Theil ihres Blutes — oder alles — durch den vierten Bogen: das Stück des letzteren, durch welches die Pulmonalarterie mit dem zweiten und dritten Bogen zusammenhängt und das früher das stärkste war, ist jetzt ganz dünn; der zweite Bogen wird stärker, so dass die ursprüngliche Gleichartigkeit der drei ersten Bogen verwischt wird; die Anastomose zwischen dem ersten Bogen und der

[1] Das Endblatt der Salamanderkieme hat denselben Werth wie die anderen Blätter. Während diese allmählich gegen das Stammende zu spitzere und spitzere Winkel mit der Achse bilden, ist der Winkel des Endblattes mit dieser = 0.

Aortenwurzel wird schwächer oder oblitterirt. Was aber die Ursprungs- und Zusammentrittsweise belangt, so bleiben die Verhältnisse unverändert. — Bei den Anuren sind die Veränderungen größer: der dritte Bogen verschwindet immer, eben so die Anastomose zwischen erstem Bogen und Aortenwurzel: der vierte Bogen steht auch nicht mehr mit der Aortenwurzel in Zusammenhang.

Die Weise, in welcher die Arterienbogen vom Truncus bei den Urodelenlarven abgehen, so wie die, in welcher sie wieder zusammentreten, finden wir ähnlich bei Ceratodus wieder. Ersteres haben wir schon im vorigen Abschnitt betrachtet. Was letzteres betrifft, so bemerken wir, dass die Lungenarterie genau in ähnlicher Weise abgeht: und wenn wir uns nur denken, dass die Anastomose zwischen dem ersten und zweiten Bogen bei Ceratodus wandert, so dass sie schließlich in der Aortenwurzel mündet, so ist auch das Bild des Zusammentretens der Arterienbogen ganz dasselbe[1]. Der erwachsene Salamander ist in diesen Stücken kaum dem Ceratodus weniger ähnlich als die Larve.

Auch die Partien der Arterienbogen bei den Larven der Salamandriden, die in näherer Beziehung zu den Kiemen stehen, können von Verhältnissen bei Ceratodus abgeleitet werden. Bei Ceratodus und den Knochenganoiden finde ich eine Hauptkiemenvene (die übrigens bei Ceratodus eine Strecke weit gespalten ist) längs dem Kiemenbogen verlaufend, zwischen diesem und der Kiemenarterie: oben empfängt sie einen Ast, der die kleinen Venen der Kiemenblätter der obersten Partie der Kieme gesammelt hat (vgl. den nachstehenden Holzschnitt Nr. 1). Es ist dies der Ast, der in Übereinstimmung mit der Umformung der Kiemen bei den Urodelenlarven als Hauptstamm auftritt; die Hauptvene der Kieme erhält sich nur am ersten Kiemenbogen ansehnlich (als Carotis externa), während sie sich (wahrscheinlich) an denzwei folgenden Kiemenbogen in die Anastomosen y und z umbildet. Die Anastomosen x sind dagegen Neubildungen, so wie die entsprechen den am zweiten (und dritten) Kiemenbogen. — Die Weise, in welcher die Kiemenvenen und -Arterien der einzelnen Blätter verlaufen (Kiemenvene außen, -Arterie innen), ist dieselbe bei den Fischen und bei den Urodelenlarven.

Somit haben wir gesehen, in welchem engen Verhältnis die

[1] Interessant ist, dass die Froschlarve, was das Zusammentreten der Arterienbogen betrifft, eigentlich dem Ceratodus ähnlicher sieht, als die Urodelenlarve, was natürlich nur als Analogie aufzufassen ist.

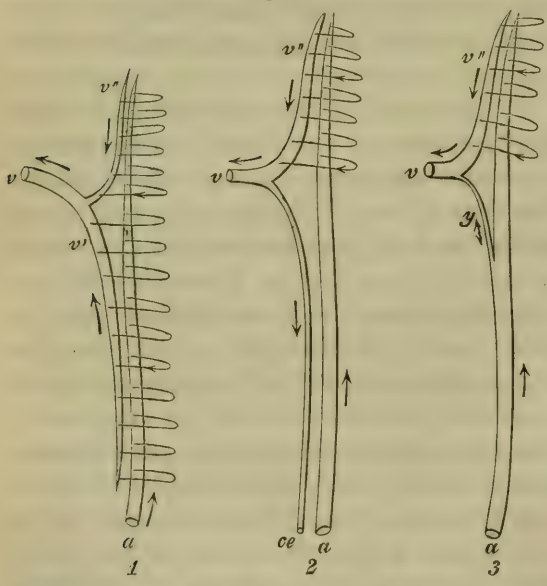
Arterienbogen und Kiemen der Salamandridenlarven zu denen von Ceratodus stehen. — Man beachte wohl, dass man nicht ganz dasselbe von den Verhältnissen der Perennibranchiaten sagen kann; ihr Weg geht erst durch die Salamandridenlarven zu Ceratodus.

C. Allgemeinere Bemerkungen.

1) Über das Verhältnis der Amphibien zu den Dipnoi und Knochenganoiden. — Die Stellung der Perennibranchiaten.

An mehreren Stellen hatte ich im Vorhergehenden[1] Gelegenheit, auf die große Übereinstimmung hinzuweisen, die sich zwischen Ceratodus und den Amphibien in verschiedener Hinsicht zeigt. Wir sahen, wie der Conus der Amphibien, so wie er sich typisch zeigt, trotz aller Verschiedenheit doch deutlich genug auf den Conus von Ceratodus zurückwies, und nur auf diesen; wir fanden dasselbe sich im Bau des Truncus aussprechen; ferner leicht zu verstehen in der Art, in welcher die Arterienbogen sich zur Aorta vereinigen, in der Weise, in welcher die Lungenarterien abgehen. Außerdem kann ich noch auf den bei beiden in eine Pulmonalis- und eine

Fig. D.



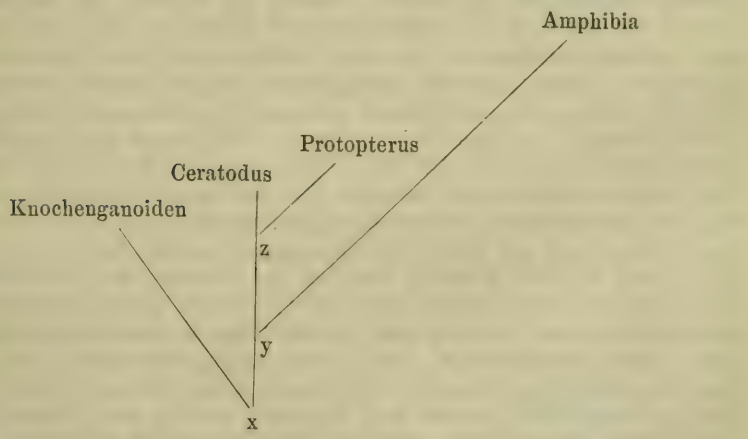
Nr. 1. Schema der Gefäße der Kieme von Ceratodus oder von einem Knochenganoiden. *a* Arterie, *v* Kiemenvenenstamm, der als die unmittelbare Fortsetzung der Vene *v'* erscheint, die die Venen der meisten Blätter sammelt; *v''* die Hauptvene der oberen Partie der Kieme. — Nr. 2. Gefäße der ersten Kieme von Salamandra. Aus *v'* hat sich *ce* (Carotis externa) ausgebildet. *v''* ist die Hauptkiemenvene geworden. — Nr. 3. Gefäße der zweiten (oder dritten) Kieme von Salamandra. Aus *v'* ist hier die Anastomose *y* geworden. — Alle drei Figuren schematisch.

[1] Man vgl. die Schlusskapitel der vorhergehenden Abschnitte.

Körpervenenabtheilung geschiedenen Sinus venosus hinweisen; und, um auch außerhalb des Gefäßsystems genommene Beispiele anzuführen, auf das Verwachsen des Palato-Quadratums mit dem Schädel, auf gewisse Punkte des Genitalsystems, auf das Geruchsorgan. Am schärfsten spricht die Verwandtschaft sich meiner Ansicht nach in dem Conus arteriosus aus; die Ähnlichkeit, die wir dort treffen, kann nicht Analogie sein.

Sind nun die Amphibien direkt von den Dipnoi abzuleiten? Sicher nicht. Es giebt Thatsachen, die entschieden über die Gruppe der Dipnoi, so wie wir sie nach den bis jetzt bekannten lebenden Formen umgrenzen müssen, zurückweist. Ich will hier nur ein Beispiel anführen. Das Zahnsystem der Amphibien zeigt weit primitivere Verhältnisse als das der Dipnoi. Die Zähne von Ceratodus und Protopterus (Lepidosiren) sind, glaube ich, durch eine Verwachsung vieler Zähne entstanden (man vgl. ihren Bau); doch wenn man vielleicht auch nicht dies annehmen will, ist es jedoch auf jeden Fall klar genug, dass wir im Zahnsystem der Amphibien weit primitiveren Gebilden gegenüber stehen als den Zähnen der Dipnoi.

Durch dieses Beispiel — das ich unschwer mit anderen vermehren könnte — ist es schon deutlich geworden, dass die Amphibien nicht direkt von den Dipnoi abzuleiten sind. Die gemeinsame Stammform für sie und die Dipnoi muss demnach in der Ahnenreihe dieser gesucht werden. Eine Betrachtung des Schema pag. 351 in meiner Ceratodus-Abhandlung, das ich mir hier zu wiederholen erlaube,



zeigt aber, dass diese zwischen x (die hypothetische gemeinsame Stammform der Knochenganoiden und Dipnoi) und Ceratodus zu suchen

ist; denn die Form *x* muss z. B. noch mit einem geraden Conus, mit einem langen Truncus etc. versehen gewesen sein, da solches noch bei den Knochenganoiden zu finden ist; während die gemeinsame Stammform *y*) der Amphibien und der Dipnoi schon mit einem spiraligen Conus, mit einem kurzen Truncus etc. versehen gewesen war.

Hiermit ist die Stellung gerechtfertigt, die ich *y* im Stammbaum angewiesen habe; und unter der Voraussetzung, dass die Übereinstimmungen zwischen Amphibien und Dipnoi (Ceratodus), worauf ich mich gestützt habe, nicht Analogien sind, aber wirklich eine Verwandtschaft kennzeichnen, ist sie bewiesen[1].

Eine einfache Schlussfolgerung hiervon und von den Resultaten über die Verwandtschaft der Knochenganoiden und der Dipnoi, wozu ich in der Ceratodus-Abhandlung kam, ist es, dass die Verwandtschaft der Amphibien mit den Knochenganoiden keine so sehr entfernte sein kann. Dieses Resultat finde ich auch vielfach bestätigt; ich erinnere hier an das Verhalten der Lungen und der Lungenarterien etc.; ferner kann es keinem Zweifel unterliegen, dass sich im Kopfskelet der Knochenganoiden — worüber leider, so viel ich weiß, bisher nicht genügend vergleichende Untersuchungen vorliegen — zum Theil nahe Beziehungen zu dem der Amphibien sich finden; ich erinnere an den Zwischen- und Oberkiefer, welche Gebilde sich in ähnlicher Weise bei den Amphibien und z. B. Po-

[1] Einige Naturforscher nehmen an, dass eine sehr enge Verwandtschaft zwischen Dipnoi und Chimaera besteht; als Punkte, die solches zeigen sollten, hat man z. B. die Verhältnisse der Zähne (die mir jedoch nur ziemlich entfernte Ähnlichkeiten zu zeigen scheinen) und das Palato-Quadratum aufgeführt. Halten wir diese beiden Punkte fest als Zeichen verwandtschaftlicher Beziehung, so muss Chimaera von einer Form herstammen, die zwischen *y* und Ceratodus (vgl. unser Schema) steht, denn *y* muss noch einfache Zähne gehabt haben. Geben wir die Zähne auf, so muss die gemeinsame Stammform für Chimaera und Ceratodus, falls das Verhalten des Palato-Quadratums wirklich eine Verwandtschaft kennzeichnet, jedenfalls zwischen *x* und *y* Platz finden, denn *x* muss noch ein freies Palato-Quadratum besessen haben. Der Schluss, zu welchem wir somit kommen, wenn wir das Verhalten des Palato-Quadratum hier anders als Analogie auffassen, scheint jedoch ein bischen gefährlich, wenn wir beachten, dass Chimaera noch ähnliche Kopulationsorgane wie die Haie, (noch) keine Schwimmblase, noch keinen einzigen Knochen, ein von den Knochenganoiden und Ceratodus weit verschiedenes Herz und Conus, etc. etc. besitzt. Andererseits soll aber gern zugegeben werden, dass Chimaera in einigen Punkten den Ganoiden näher zu stehen scheint als die anderen Elasmobranchiaten es thun (ich erinnere an den Kiemendeckel); ihr Ausgangspunkt ist aber weit tiefer in der Ahnenreihe des Ceratodus, als man es häufig anzunehmen geneigt ist.

lypterus finden, während sie bei Ceratodus wieder verloren gegangen sind; und in seiner Anatomie d. Wirbelth. hat Huxley schon darauf hingewiesen, dass ein paariges Vomer bei den Knochenganoiden so wie bei den Amphibien vorhanden ist.

Wir haben im Vorhergehenden überall gefunden, dass die bei den Perennibranchiaten auftretenden Verhältnisse sich leicht und ungezwungen von den Verhältnissen, die wir bei den Salamandridenlarven finden, ableiten lassen. Solches fanden wir bei Betrachtung des Conus, des Truncus, des Ursprunges und Zusammentretens der Arterienbogen, der Kiemen; niemals war das Umgekehrte der Fall: das heißt, niemals fanden wir, dass etwa die Verhältnisse bei den Salamandridenlarven — wenn Unterschiede vorhanden waren — von jenen der Perennibranchiaten abgeleitet werden konnten; immer war es so, dass die ursprünglicheren Verhältnisse deutlich genug sich nicht bei den Perennibranchiaten sondern bei den Salamandridenlarven fanden.

Anders geht es uns auch nicht, wenn wir z. B. das Kopfskelet betrachten. Durch die sorgfältigen Untersuchungen von Wiedersheim[1] ist es zur Genüge dargethan worden, wie eng die Perennibranchiaten sich den Salamandridenlarven im Kopfskelet anschließen. Und zwar ist es, wenn man die Sache genau ansieht, so, dass die Salamandridenlarven auch hier, wie es scheint durchgängig, primitivere Verhältnisse als die anderen zeigen, Verhältnisse, die sich mehr an diejenigen anschließen, die wir bei der Stammform aller Amphibien erwarten müssen, als die bei den Perennibranchiaten vorhandenen es thun. Wenn wir z. B. bei den Perennibranchiaten keinen Oberkiefer und einen kleinen Zwischenkiefer finden, dann ist es weit davon entfernt, dass wir dies etwa als einen ursprünglicheren Zustand als denjenigen, den wir bei den Salamandridenlarven finden, ansehen dürfen, vielmehr ist es eine Konsequenz der so eben über die Verwandtschafts-Beziehungen der Amphibien entwickelten Betrachtungen, dass die gemeinsame Stammform aller Amphibien mit einem wohl entwickelten Zwischenkiefer und Oberkiefer versehen war. Und in ähnlicher Weise werden wohl andere Verschiedenheiten zwischen dem Schädel der Salamandridenlarven und dem der Perennibranchiaten zu erklären sein.

[1] Das Kopfskelet der Urodelen. Dieses Jahrbuch, III. Band, 1877.

Wir sind also diesen Betrachtungen gemäß zu dem Resultate gelangt, dass die Perennibranchiaten auf eine Form zurückweisen, die sich sehr genau an die Larven der Salamandriden geknüpft hat. Dies bedeutet wieder, wenn wir uns der gewöhnlichen Anschauung anschließen, die in den Perennibranchiaten eine primitive, alte Gruppe sieht, dass die gemeinsame Stammform der urodelen Amphibien in ihrem Bau kaum von einer Salamanderlarve verschieden war.

Wenn es sich aber zeigen sollte, dass diese Folgerung: dass die Stammform der Urodelen sich sehr genau an die Larven der Salamandriden anschließt, eine Unmöglichkeit ist, damit würde die Voraussetzung: dass wir es in den Perennibranchiaten mit einer Gruppe primitiver Formen zu thun haben, wieder unwahrscheinlich werden. Eine genauere Betrachtung führt aber, so weit ich sehe, nothwendig zu einem solchen Resultat.

Es ist schon bedenklich anzunehmen, dass eine Larve eine genaue Wiederholung eines phylogenetischen Stadiums sei. Überall treffen wir sonst während der Ontogenese was man kurz — wenn auch vielleicht nicht gut — als »Fälschungen« bezeichnet hat; man könnte sagen, dass ein ontogenetisches Stadium mit der Beschränkung einem phylogenetischen entspräche, dass immer Anpassungen — größere oder kleinere — theils an das Leben des betreffenden Stadiums selbst, theils an das Leben späterer Stadien und dann hauptsächlich des Erwachsenen, sich fänden. Diese Anpassungen sind gewöhnlich keineswegs klein; sie sind zuweilen — eben bei frei lebenden ontogenetischen Stadien — so groß, dass es weit leichter ist aus dem entwickelten Thiere die phylogenetischen Beziehungen zu erkennen als aus der Ontogenese. Man wird sich erinnern, dass einige Naturforscher in gewissen Krebslarven (Zoëa), eine Stammform repetirt zu finden geglaubt haben; es wird vielleicht auch bekannt sein, dass diese Anschauungen vollständig gescheitert sind. Und hier sollte man eine solche Repetition finden? dies sieht schon, wenn man das Schicksal jener Versuche kennt, ein bischen gefährlich aus.

Aber ungleich wichtigere Momente für die Beurtheilung der Frage ergiebt eine nähere Betrachtung der Larven.

Rusconi[1] hat vor vielen Jahren zu wiederholten Malen sehr scharf pointirt, dass die Lungen der Salamandriden ohne respirato-

[1] Man vgl. besonders: Circolazione d. larve d. Salamandre acquatiche 1817, pag. 29 ff.

rische Bedeutung sind, so lange dieselben noch Larven sind. Diese Anschauung wird in der That auch sowohl durch das Experiment als durch die anatomische Beobachtung gestützt. Rusconi[1] hat Tritonenlarven, die in ein ganz verschlossenes aber durchgelöchertes Gefäß eingesperrt waren, in fließendes Wasser gesetzt; sie waren verhindert an die Oberfläche des Wassers zu gelangen, konnten also keine Luft einnehmen — und dennoch gediehen sie vorzüglich, trotzdem die Lungen natürlich nicht als Respirationsorgan fungiren konnten, was von einer Erneuerung der in denselben enthaltenen Luft abhängig ist; wenn diese nicht erneuert wird, wird die Kohlensäure-Ausscheidung auf einem gewissen Punkte aufhören und die Lungenluft unverändert bleiben. Die Bedeutung, welche die Lungen für die genannten Larven haben könnten, muss demnach unter allen Umständen eine geringfügige sein, so dass sie den Gebrauch derselben ganz entbehren können. Ich glaube aber, dass man ihnen selbst eine ganz kleine respiratorische Rolle absprechen muss; die Bewegungen des Bodens der Mundhöhle, wodurch die erwachsenen Urodelen die Luft durch ihre Nasenlöcher einpumpen, werden niemals an den Larven, ehe sie sich in den letzten Stadien der Metamorphose befinden, wahrgenommen; und wie sie sonst die Luft in ihre Lungen bringen sollten, scheint ein Räthsel zu sein, namentlich wenn man die großen Kiemenspalten und die äußerst kleine Öffnung, womit die Luftröhre in den Pharynx einmündet, mit in Betracht zieht. Man kann hiergegen nicht einwenden — was auch ich selbst oft genug wahrgenommen habe — dass die Larven an die Oberfläche des Wassers kommen, um Luft zu schnappen, die sie übrigens gleich wieder fahren lassen, sobald sie die Schnauze unter die Oberfläche des Wassers zurückgezogen haben; denn eben dasselbe kann man z. B. leicht an Goldfischen wahrnehmen, und ich vermuthe, dass wir hier wie dort es mit einer Art Schlundrespiration untergeordneter Bedeutung zu thun haben[2]. Man darf es also

[1] l. c. pag. 41—42.

[2] Die Perennibranchiaten kommen — vgl. Neill (Siren) in Isis 1832, pag. 698—699; L. Vaillant (Siren), Annales d. Sc. nat. IV. Sér. Tome 19, pag. 340—344; Gibbes (Menobranchus), Boston Journ. of Nat. Hist. VI, pag. 369; Configliachi e Rusconi, Del Proteo anguino, pag. 29 — eben so wie die Larven an die Oberfläche des Wassers um Luft zu schnappen, die sie gewöhnlich durch die Kiemenspalten fahren lassen. Rusconi, der über Proteus berichtet hat, macht (l. c.) die folgende vortreffliche Bemerkung: »... il proteo ha di bisogno non altrimenti che un pesce di venire a quando alla superficie per prendere in bocca dell' aria«. — Die oben erwähnte vermuthete

als abgemacht annehmen, dass die Lungen der Larven keine respiratorische Bedeutung haben, oder jedenfalls — das kann Niemand verneinen — dass ihre Bedeutung nur eine ganz untergeordnete ist. Hiermit steht die eigenthümliche Weise, in welcher die Lungen ihr Blut empfangen, wodurch es bestimmt wird, dass nur arterielles Blut ihnen zugeführt wird, in engstem Zusammenhang. — Solch eine Einrichtung hat sich nicht in der Ahnenreihe der Salamandriden gefunden; bei den Dipnoi haben die Lungen eine eminent respiratorische Bedeutung, bei den erwachsenen Salamandriden auch; und mitten inne zwischen beiden sollte eine Form gewesen sein, wo die Lungen wohl gut entwickelt waren, ohne doch eine respiratorische Bedeutung zu haben; das ist nicht möglich.

Ein anderer Punkt, welcher zeigt, dass die Urodelenlarven kein phylogenetisches Stadium repräsentiren können, ist das Verhalten des vierten Arterienbogens. Dieses Gefäß ist bei den Dipnoi stark, eben so bei den erwachsenen Salamandriden; bei den Larven dagegen ist es ein dünnes, sehr dünnes Gefäß, das offenbar nur existirt, weil es später benützt wird; also finden wir, eben so wie bei den Lungen, ein Verhältnis, das an und für sich, wenn wir die Larve allein betrachten, unverständlich ist, das eben nur dann Leben bekommt, wenn es auf den Erwachsenen bezogen wird.

Hiermit wird es hinlänglich dargethan sein, dass die Salamandridenlarven nicht — eben so wenig als irgend andere Larven — eine genaue Wiederholung eines phylogenetischen Stadiums sind; und hiermit ist dann auch — man vergleiche unseren Ausgangspunkt — zugleich unwahrscheinlich gemacht, dass die Perennibranchiaten primitive Formen seien[1].

Schlundrespiration ist übrigens, wenn auch untergeordnet, jedoch nicht ohne jegliche Bedeutung; in nicht fließendem Wasser starben sowohl Anurenlarven und Fische (Rusconi, Descr. anat. d. organi d. circolaz. d. larve d. Salamandre acq., pag. 29—31) als auch Salamanderlarven Palmén, Z. Morph. d. Tracheensystems, pag. 142, Anm.), wenn sie verhindert wurden an die Oberfläche des Wassers zu kommen. Ich selbst besitze allerdings ein paar Salamanderlarven, die in dem Augenblick, da ich diese Bemerkungen niederschreibe, seit etwa zwei Monaten von der Oberfläche des Wassers abgesperrt sind, und sich, wie es scheint, ganz gut befinden; sie machen noch hin und wieder Versuche an die Oberfläche des Wassers zu gelangen. Da ich aber den Versuch während der kalten Jahreszeit angestellt habe, und die Lebensenergieen natürlich demgemäß herabgestimmt sind, messe ich demselben, den Beobachtungen Palmén's und Rusconi's gegenüber, keinen Werth bei.

[1] Eine unmittelbare Betrachtung der Verhältnisse Sirens — der vierte

Es scheint uns demnach keine andere Annahme übrig zu sein als die, dass die Perennibranchiaten Larven sind. Dies ist denn auch meine Anschauung, mit der Modifikation aber, dass sie Larven sind, welche die Fähigkeit sich umzuwandeln verloren haben. Dass sie schlicht und recht Larven seien, die sich verwandeln könnten, ist aus mehreren Gründen nicht anzunehmen. Es ist erstens — da kaum davon die Rede sein könnte, solche Formen wie Siren und Proteus auf irgend eine bekannte Salamandride hinzuführen — sehr unwahrscheinlich, dass die entwickelten Formen von Siren etc., die ja Thiere ansehnlicher Größe sein müssten, uns unbekannt geblieben seien, während die Larven schon seit langen Zeiten bekannt gewesen. Aber zu diesem ganz äußeren Umstand kommen andere weit größeren Gewichts. Sowohl Menobranchus als Proteus fehlt der vierte Arterienbogen, welcher offenbar ein nothwendiges Glied der Lungenarterie eines Salamandriden ist; hierzu kommt der höchst rückgebildete Zustand ihrer Lungen, welcher von dem, was wir bei den Salamandridenlarven finden, sehr verschieden ist. Auch bei Siren finden wir, dass der vierte Arterienbogen sich so verhält, dass eine Lungenarterie wie bei einem normalen Salamandriden kaum gebildet werden kann; Siren ist jedoch derjenige der Perennibranchiaten, der am ehesten verwandelt gedacht werden könnte — wenn mir auch solches höchst unwahrscheinlich vorkommt.

Dagegen scheint mir die Annahme, dass wir in den Perennibranchiaten es mit modificirten Salamandridenlarven zu thun haben, die das Vermögen sich umzuwandeln verloren, alles für sich zu haben. Damit ist der Schlüssel zu einem Verständnis ihrer merkwürdigen Organisationsverhältnisse gegeben. Man denke sich Salamandridenlarven auf der Larvenstufe stehen bleiben und sich dann durch eine Reihe Generationen an das ausschließliche Wasserleben anpassen. Wir bekommen dann erstens eine Form wie Siren, wo der vierte Arterienbogen sich rückzubilden angefangen hat, wo aber die Lungen noch gut entwickelt sind; und wir gelangen dann bis zu Formen wie Menobranchus und Proteus, die den überflüssigen vierten Arterienbogen ganz aufgegeben haben, und wo die ebenfalls

---

Arterienbogen, die großen, wohl entwickelten, aber eben so wie bei den Salamandridenlarven zweifellos funktionslosen Lungen — führt übrigens, was sie anbelangt, direkt zu demselben Resultat. Für Menobranchus und Proteus dürfte aber die oben angewandte indirekte Beweisführung nothwendig sein.

bedeutungslosen Lungen auf ein Minimum rückgebildet sind. Es dünkt mir, dass eine solche Annahme um so weniger gewagt erscheinen kann, als wir schon unter den Urodelen bedeutende Annäherungen zu einem solchen Verhältnisse kennen: Triton alpestris und andere werden zuweilen in der Larvengestalt geschlechtsreif, gewisse Amblystomen bleiben gewöhnlich das ganze Leben hindurch Larven (Siredon); — Siren[1], Menobranchus, Proteus bleiben immer Larven und können sich nicht verwandeln, weil in ihrem Baue wesentliche Modifikationen eingetreten sind[2].

Die Perennibranchiaten sind also keine alten Formen, sondern im Gegentheil sehr neue; sie sind von caducibranchiaten Urodelen abzuleiten, nicht umgekehrt, wie bisher angenommen.

2) Über die Scheidung oder Nicht-Scheidung zweier Blutarten bei den Amphibien.

Wenn wir das Cirkulationssystem bei einem gewöhnlichen, nicht mit Lungen oder physiologisch ähnlichen Organen ausgerüsteten Fisch betrachten, ist es klar, dass ein solcher, was die Trennung zweier Blutarten betrifft, sich ähnlich wie eins der höchsten Wirbelthiere verhalten muss; die Einrichtungen sind höchst verschieden, das Endresultat ist aber in so fern dasselbe, als in den Körperarterien arterielles, in den Körpervenen venöses Blut passirt, während es andererseits in den zu- und wegführenden Gefäßen des Athmungsapparates umgekehrt ist: von einer Mischung durchgeathmeten und nicht-durchgeathmeten Blutes ist keine Rede. — Die Amphibienlarven scheinen sich hierin wesentlich wie gewöhnliche Fische zu verhalten.

---

[1] Es ist schon mehrmals in dieser Abhandlung hervorgehoben worden, dass sich zwischen Siredon und Siren specielle Übereinstimmungen zeigen (man vgl. den Truncus, ferner die Weise, in welcher die Kiemenvenen sich vereinigen und die Lungenarterie abgeht); vielleicht ist Siren ein durch viele Generationen veränderter Axolotl.

[2] Die Mysis-Form (M. relicta Lovén), die in den großen norwegischen und schwedischen Seen lebt, ist, wie G. O. Sars dargelegt hat (Crust. d'eau douce de Norvège, pag. 40), als eine Varietät der arktischen Mysis oculata aufzufassen und zeichnet sich dadurch aus, dass sie auf einer unreifen Stufe stehen geblieben ist (es ist namentlich im letzten Schwanzgliede, dann aber auch in gewissen anderen Punkten, dass »un développement un peu arrêté« sich ausspricht). Es ist leicht ersichtlich, dass Mysis relicta eine deutliche, wenn auch verhältnismäßig arme Analogie zu den Perennibranchiaten darbietet.

Bei den Knochenganoiden[1] muss es schon anders sein. In den Körperarterien wird jetzt, wie zuvor, nur durchgeathmetes Blut cirkuliren; das im Herzen befindliche, für die Kiemen bestimmte Blut ist dagegen gemischt, indem das Lungenvenenblut, also arterielles, zugekommen ist; und die Lunge, die ja einen Theil des Athmungsapparates vorstellt, wird mit Blut, das schon in den Kiemen gewesen ist, versorgt. — Bei den Dipnoi passirt in den Körperarterien nur arterielles, in den Körpervenen nur venöses Blut; es besteht jedoch in Körperarterien zum Theil eine Mischung von verschiedengradig durchgeathmeten Bluts (siehe meine Ceratodus-Abhandlung); und die Lunge wird immer noch mit arteriellem Blut versehen, wenn auch mit weniger intensiv durchgeathmetem, als die Körperarterien (jedenfalls bei Ceratodus); über das den Kiemen zugeführte Blut siehe die genannte Abhandlung.

Indem die Natur die Kiemenathmung aufgiebt, indem sie so zu sagen einen energischen Versuch daran macht, einen nur luftathmenden Wirbelthiertypus zu bilden, wird das ganze Cirkulationssystem wie von einer Katastrophe betroffen. Es muss ein langer Kampf geführt werden, um hier dasselbe Ziel zu erreichen: dass in den Körperarterien rein arterielles, in den Arterien des Athmungsapparates rein venöses cirkulirt, ein Kampf, welchen wir innerhalb der Amphibien in verschiedenen Formen treffen, und der noch bei den Reptilien fortgesetzt wird, bis er endlich sein Ziel in den Vögeln und Säugethieren vollkommen erreicht.

Bei den Salamandriden treffen wir nur schwache Versuche eine Trennung zweier Blutarten herzustellen; die Körperarterien führen Blut, das sehr hochgradig gemischt und höchstens nur wenig verschieden von dem Blut in den Lungenarterien ist. Bei einigen (Triton) wird zuweilen auch der letzte Versuch einer Trennung aufgegeben; eine ähnliche gemischte Blutsorte cirkulirt dann in den Körperarterien und in den Arterien des Athmungsapparates. — Auch bei den Coecilien ist der Versuch einer Trennung definitiv aufgegeben.

Anders bei den Anuren. Durch Modifikationen der bei den Salamandriden vorhandenen Verhältnisse wird erreicht, dass in den Lungenarterien eine ausschließlich vom rechten Atrium kommende, venöse Blutsorte cirkulirt, während andererseits in den Körperarterien eine weniger gemischte arterielle Blutsorte sich findet. Es ist dann ein neuer

[1] Jedenfalls bei Lepidosteus und Amia.

Athmungsapparat, der übrigens schon bei den Salamandriden in Funktion war[1], kräftig ausgebildet worden, nämlich die Haut; und wird auch sie mit ähnlichem Blut wie die Lungen versehen. Indem aber das durch die Hautrespiration »gereinigte« Blut sich den gewöhnlichen venösen Bahnen zumischt, ist auch hier keine scharfe Trennung vorhanden und das Blut, das vom Herzen in die Lungen und zu der Haut geht, ist begreiflicherweise kein rein venöses.

3) Die Lungen der Amphibien im Verhältnis zu denen der Ganoiden und Dipnoi.

Bei Lepidosteus ist die Lunge einfach, dorsal, oberhalb des Darmkanals gelagert und mündet in die dorsale Wand des Ösophagus. Ähnlich verhält sich Amia, ähnlich die Schwimmblase der meisten anderen mit »Luftgang« versehenen Fische.

Bei Ceratodus ist die Lage der Lunge, die auch hier einfach ist, genau dieselbe; die Mündung hat sich aber gedreht, so dass die Lunge ventral in den Ösophagus sich öffnet.

Protopterus verhält sich wesentlich wie Ceratodus, nur ist die Lunge größtentheils von hinten nach vorn gespalten; ihre Lagerung ist aber noch immer dieselbe, eben so die Weise, in welcher sie sich öffnet.

Bei Polypterus sind folgende Verhältnisse vorhanden. Die Lunge ist fast vollständig getheilt, deren zwei Hälften sind zu den Seiten des Darmkanals gelagert; sie vereinigen sich an der ventralen Seite des Darmkanals und münden mit einer gemeinsamen Öffnung in die ventrale Wand des Ösophagus.

Bei den Amphibien sind die Verhältnisse wesentlich denen von Polypterus ähnlich.

Indem wir es versuchen, diese verschiedenen Lungenformen mit einander in Zusammenhang zu bringen, wird es wohl kaum Widerspruch finden, wenn wir von der Annahme ausgehen, dass die Lunge von Lepidosteus die ursprünglichere Form repräsentirt.

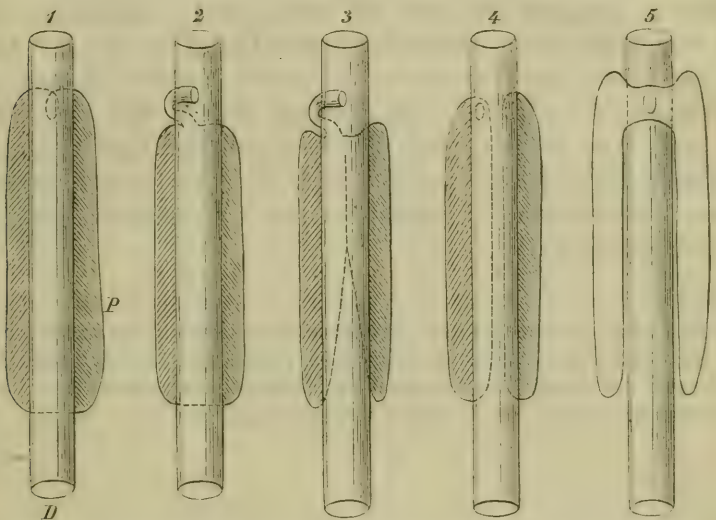
Die von Ceratodus ist nun leicht davon abzuleiten, und zwar durch die Annahme einer Drehung der Öffnung. Die von Protopterus schließt sich wieder eng an Ceratodus.

---

[1] Ein Salamander, den man verhindert mit seinen Lungen zu athmen, lebt noch 5—6 Stunden; ein Triton im Wasser 24—28 Stunden (siehe Fischer, Anatomische Abhandl. über d. Perennibranch. u. Derotremen 1864).

Schwieriger ist die Sache mit Polypterus und den Amphibien. Man wird wohl in der Regel geneigt sein, in der ventralen Öffnung der Ceratoduslunge eine Annäherung an die bei den Amphibien bestehenden Verhältnisse zu sehen. Ich sehe aber nicht ein, wie solches auf die Amphibienlunge hinführen kann. Man gelangt von der Lunge des Ceratodus an die der Amphibien nur durch die Annahme einer Drehung derselben rechts um den Darmkanal, so dass

Fig. E.



Nr. 1. Schema des Verhältnisses der Lunge (*P*) zum Darmkanal (*D*) bei Lepidosteus, Ansicht von unten. — Nr. 2. Ceratodus. — Nr. 3. Protopterus. — Nr. 4. Hypothetisches Zwischenstadium zwischen Nr. 1 und Nr. 5. — Nr. 5. Polypterus und Amphibien.

ein Zwischenstadium da gewesen wäre, in welchem die ganze Lunge rechts vom Darmkanal gelagert wäre. Eine solche Annahme, die an und für sich etwas gefährlich erscheint, wird unhaltbar, wenn man das Verhalten der Gefäße betrachtet: die rechte Lungenarterie geht bei den Amphibien zu der rechten Lunge, die linke zu der linken, ganz in ähnlicher Weise wie bei der dorsalen unpaaren Lunge von Amia; keine Spur solcher Umlagerungen ist bemerkbar, alles ist streng symmetrisch. — Noch schwieriger würde es sein, die Lungen der Amphibien von dem bei Protopterus obwaltenden Zustand abzuleiten.

Zur Erklärung des bei Amphibien und Polypterus repräsentirten Zustandes glaube ich Folgendes annehmen zu müssen (vgl. die beistehenden Holzschnitte). Die Lunge von Lepidosteus denke ich mir ihrer ganzen Länge nach gespalten, auch die Öffnung. Die

zwei so entstandenen, von einander ganz unabhängigen Hälften rücken von einander, die Mündungen wandern jede nach ihrer Seite, öffnen sich seitlich (Holzschnitt Nr. 4), dann ventral in den Ösophagus, verschmelzen endlich ventral in der Mittellinie. Eine natürlichere Erklärung als diese kann ich nicht finden; dann wird verstanden, dass die Lungenarterien sich in derselben Weise bei Amia und bei Polypterus, so wie bei den Amphibien verhalten können; die Schwierigkeit ist nur die, dass wir keine solchen Zwischenstadien kennen. — Übrigens darf man die Sache nicht so auffassen, als ob etwa Polypterus in der Ähnlichkeit seiner Lunge mit der der Amphibien ein Zeichen der Verwandtschaft darbieten sollte; es kann nach der Stellung, die wir ihm sonst anweisen müssen, nur eine Analogie sein (vgl. das Schema über die Verwandtschaftsbeziehungen der Amphibien, Knochenganoiden etc. pag. 557); wir müssen somit annehmen, dass derselbe Process zweimal von einander unabhängig vor sich gegangen ist[1].

---

[1] Man muss annehmen, dass x (im Schema) eine solche Lunge wie Lepidosteus hatte (vgl. Ceratodus und Lepidosteus); auch y muss eine ähnliche gehabt haben. Schon unter der ersten Voraussetzung ist es unmöglich anzunehmen, dass die Lunge der Amphibien von der des Polypterus abzuleiten ist.

Erklärung der Abbildungen.

Tafel XXIV—XXVI.

Fig. 1. Die vordere Klappenreihe des Conus eines Salamandra maculosa, ausgebreitet. *sp* Spiralfalte, abgeschnitten.

Fig. 2. Conus und Truncus arteriosus von Salamandra maculosa. Ein Theil der unteren Wand weggenommen; der Truncus leicht schematisirt. *I, II, IV* Abtheilungen des Truncus, den Arterienbogen Nr. 1, 2, 4 entsprechend. *pp* Eine Borste, die in die Abtheilung IV eingelegt ist. *ct* Grenze zwischen Truncus und Conus. *3, 4* Zwei der Conusklappen der vorderen Reihe, welche durch den Schnitt getroffen worden sind, entsprechen den gleich bezifferten in Fig. 1. *sp* Spiralfalte. *vd, vd', vd''* Die Klappen der distalen Reihe; zwischen ihnen ist der Eintritt in den Ventrikel, *ve*.

Fig. 3. Conus eines Triton punctatus, ausgebreitet[1]. *tr* Truncus. *co* Conus. *ct* Grenze von beiden. *sp* Spiralfalte.

Fig. 4. Conus eines anderen Triton punct., ausgebreitet; die hinterste Klappenreihe mit der ihr angehörigen Partie der Conuswand ist weggenommen. *sp—sp* Die in Knötchen aufgelöste Spiralfalte.

Fig. 5. Conus eines Triton cristatus, nur der vordere Theil. *2'* Abgelöste Partie der Klappe Nr. 2, eine fünfte Klappe bildend. *sp* Überrest der Spiralfalte.

Fig. 6. Conus eines anderen Triton crist., der vordere Theil. *sp—sp* Die in Knötchen aufgelöste Spiralfalte.

Fig. 7. Vordere Klappenreihe eines Triton alpestris. Klappe Nr. 2 ist bei diesem Exemplar ungemein klein.

Fig. 8. Conus von Siren, ausgebreitet.

Fig. 9. Conus von Menobranchus, ausgebreitet.

Fig. 10. Conus von Proteus, ausgebreitet. *tr* Truncus. *co* Conus. *ve* Ventrikel.

Fig. 11. Die vordere Klappenreihe des Conus einer Rana platyrrhina, mit einer vierten rudimentären Klappe (Nr. 4). *trs* horizontale Truncus-Scheidewand. *sp* Spiralfalte, abgeschnitten.

---

[1] Es versteht sich von selbst, dass die Ausbreitung dieser und anderer spiraliger Coni in einem Plan nicht möglich ist; es bilden sich immer Beulen, die der Einfachheit halber ausgelassen sind.

Fig. 12. Eine Klappe der distalen Reihe von Triton cristatus.

Fig. 13. Conus und Truncus einer Rana platyrrhina; ein Theil der unteren Wand weggeschnitten; Truncus leicht schematisirt. *I, II, III+IV* Abtheilungen des Truncus. *pp* Borste in die Abtheilung *III+IV* eingelegt. *1a, 2, 3* Klappen der vorderen Reihe, *3* durchgeschnitten. *sp* Spiralfalte. *tr* Truncus. *co* Conus.

Fig. 14. Schnitt durch den Conus einer Rana platyrrhina an der Grenze vom Truncus, von vorn gesehen. Die Bezeichnung ist die gleiche wie in Fig. 11. *1a* und *1b* Die zwei Partien der Klappe Nr. 1, *a* die Stelle, wo die Klappe Nr. 1 der Conuswand angewachsen ist.

Fig. 15. Schnitt desselben Conus etwas weiter nach hinten; von vorn gesehen. Bezeichnung wie in der vorhergehenden Figur.

Fig. 16. Schnitt durch das vordere Ende des Conus einer Larve von Rana esculenta, von hinten gesehen. Bezeichnungen denen der vorigen Figuren entsprechend.

Fig. 17. Herz von Pipa (♀). *tr* Truncus. *co* Conus. *ve* Ventrikel. *at* Atrium. *per* Ausbuchtung des Pericards; das übrige Pericard ist entfernt.

Fig. 18. Conus einer Coecilia annulata, ausgebreitet. *sch* Narben der weggeschnittenen vertikalen Truncusscheidewand.

Fig. 19. Herz eines Siredon. *tr* Truncus. *co* Conus. *ct* Grenze von beiden. *ve* Ventrikel. *at* Atrium.

Fig. 20. Herz eines Siren. Das Atrium ist weggelassen. *1, 2, 3 + 4* Anfangstheile der Arterienbogen.

Fig. 21—23. Drei Schnitte durch den Truncus eines Salamandra. 21 der hinterste, 23 der vorderste der drei. *m* Muskulöser Theil der Wand. *ad* Bindegewebige Adventitia. *I—IV* Die vier Abtheilungen des Truncus.

Fig. 24. Querschnitt des Truncus einer Salamandralarve.

Fig. 25. Querschnitt des Truncus eines Siredon. *bp* Bindegewebige Polster an den Truncusscheidewänden. Die übrigen Bezeichnungen entsprechen denen in Fig. 21. Die Abtheilungen *III* und *IV* sind an dieser Stelle schon vereinigt.

Fig. 26—30. Fünf Schnitte des Truncus eines Siren; 26 der vorderste, 30 der hinterste. Die Bezeichnungen entsprechen denen der vorigen Figur.

Fig. 31. Die Arterienbogen einer Salamandralarve, leicht schematisirt. *tr* Truncus. *1a—3a* Die drei Kiemenarterien. *1v—3v* Die drei Kiemenvenen. *4* Der vierte Arterienbogen (der vierte Arterienbogen — bis *a* — so wie die Anastomosen *z* und *y* sind vom Lithographen zu stark gemacht worden). *ce* Carotis externa. *ci* Car. interna. *aw* Aortenwurzel. *ao* Aorta. *p* Pulmonalarterie. *x* Anastomosen zwischen *ce* und *1a*. *y* Anastomose zwischen *2a* und *2v* (die zwischen *y* und *2a* sind weggelassen). *z* Anastomose zwischen *3a* und *3v*. Über die griechischen Buchstaben vgl. den Text.

Fig. 32[1]. Arterienbogen der rechten Seite einer Salamandralarve im

[1] Durch ein Versehen des Lithographen sind die Gefäße *3* und *4* als verschmolzen dargestellt; sie verhalten sich natürlich in der That eben so wie in Fig. 33.

Übergang. *co* Conus. *1 a'*, *1 v'*, *2 a'*, *2 v'*, *3 v'* Überreste der oblitterirten Partien der Kiemengefäße. *rm* Überrest des Rete mirabile am vierten Bogen. *cd* Anlage der Carotidendrüse[1]. *cu* Äste vom Stück α—β des vierten Bogens. *1*, *2*, *3*, *4* Die vier Arterienbogen. Die übrigen Buchstaben wie in Fig. 31.

Fig. 33. Stück des zweiten Arterienbogens einer ähnlichen jungen Salamandra. y^1, y^2 Zwei der Anastomosen zwischen *y* und Kiemenarterie, die sich erweitert haben. Die anderen Buchstaben wie vorher.

Fig. 34. Arterienbogen einer entwickelten Salamandra maculosa[2], ausgebreitet. *cd* Carotidendrüse. *oe* Ösophageal-Äste der Lungenarterien. *s* Arteria subclavia. Die anderen Bezeichnungen wie vorher.

Fig. 35. Der vierte Kiemenbogen einer Salamandralarve. *4* Der vierte Arterienbogen. *kp* Kiemenplatte. *kpg* Gefäß derselben, das sich mit den Gefäßen des Bodens der Mundhöhle verbindet. *gr* »gill-rakers«. *gra* Gefäß derselben.

Fig. 36. Vereinigung der Kiemenvenen von Siredon. Buchstaben wie in Fig. 31.

Fig. 37. Arterienbogen von Siren[3], Schema. *3 a* + *4* durch Vereinigung eines Stückes der dritten Kiemenarterie und eines des vierten Arterienbogens entstandenes Gefäß. *s* Arteria subclavia. *awc* Eine von der Aortenwurzel entspringende sich allgemein bei den Urodelen findende Kopfarterie, die in den meisten Figuren ausgelassen ist. Die anderen Buchstaben wie in Fig. 31. Vgl. auch den Holzschnitt pag. 539.

Fig. 38. Anfangsstücke der Kiemenarterien etc. von Menobranchus.

Fig. 39. Endtheile der Kiemenvenen, Aortenwurzel etc. von Menobranchus. Vgl. Fig. 31. *awc* siehe Fig. 37.

Fig. 40. Arterienbogen von Proteus. Vgl. Fig. 31.

Fig. 41. Ansicht der Mundhöhle einer Rana-esculenta-Larve, etwas schematisirt. Durch einen Horizontalschnitt ist die Decke der Mundhöhle entfernt. *Z* Zunge. *Mh* Boden der Mundhöhle. *v* Velum. *oes* Ösophagus. Ks_1 Erste (innere Kiemenspalte zwischen Zungenbeinbogen und dem ersten Kiemenbogen. Kb^1, Kb^2, Kb^3, Kb^4 Die vier Kiemenbogen mit dem Siebapparat. *Kh* Kiemenhöhle. *Kl* Kiemenloch (äußeres). *R* Raum unter der Haut, der sich jedenfalls an Chromsäurepräparaten findet, steht in keiner Verbindung mit der Kiemenhöhle. *Lh* Leibeshöhle.

Fig. 42. Einer der Kiemenbogen einer Rana-esculenta-Larve von der Seite gesehen. Skizze. Die Siebwälle (*Sw*) sind als solide gezeichnet, die Kiemenbüschel (*K*) nur in den Umrissen und nur die dem Beschauer am nächsten liegende Reihe derselben. *Ra* Freier innerer Rand der die Siebwälle tragenden Platte.

---

[1] Über die Entwicklung der Carotidendrüse wird später ein kleiner Aufsatz von mir erscheinen.

[2] α—β beiderseits und der linke 3. Arterienbogen rechts in der Figur sind zu stark geworden.

[3] *z*, β—γ, *4* und *y* sind schwächer als es in der Figur dargestellt ist.

Fig. 43—44. Die Kiemengefäße einer Rana-esculenta-Larve von oben und von unten gesehen. Schematisirt. Die Grenze des Kiemenbogenapparates ist durch eine Linie angedeutet. *4a*, *4v* Vierte Kiemenarterie und Kiemenvene. Die anderen Buchstaben sind dieselben wie in Fig. 31[1].

Fig. 45. Zweite Kiemenarterie und Kiemenvene einer Rana-esculenta-Larve in der Metamorphose. Die dunkleren Partien sind diejenigen, welche mit Injektionsmasse gefüllt sind. Nähere Beschreibung im Text.

Fig. 46. Die Arterienbogen der rechten Seite einer jungen Rana esculenta. *cu* Arteria cutanea. Die übrigen Buchstaben wie in Fig. 34. Die Schwachheit der Pulmonalarterie im Verhältnis zur A. cutanea ist vielleicht (?) einer Zufälligkeit der Injektion zuzuschreiben.

Fig. 47. Die Arterienbogen einer anderen weiter entwickelten, aber äußerlich der vorhergehenden ganz ähnlichen jungen Rana esculenta. Man sieht noch die (hier durch punktirte Linien angedeutete) Lymphscheide an der Stelle, wo die Anastomose zwischen dem ersten und zweiten Arterienbogen sich fand.

Fig. 48. Die Hauptvenen des Siebapparates einer Rana-esculenta-Larve von oben gesehen. sv_2, sv_3, sv_4 Die Venen des Siebapparates am zweiten, dritten und vierten Kiemenbogen. *Sv* Sammelgefäß derselben (mit Ausnahme der rechten sv_4), das in den linken Ductus Cuvieri (*DC*) führt. *vv* Vene vom Velum, die sich mit den Venen des Siebapparates verbindet. — Leicht schematisirt.

Fig. 49. Herz von Coecilia annulata. (Die Arteria cutanea ist durch ein Versehen, das zu spät entdeckt wurde, ausgelassen.)

Fig. 50. Aortenwurzel, vorderer Theil der verschmolzenen Partie des ersten und zweiten Arterienbogens etc. von Coecilia annulata. Von der Carotis interna (oder vom ersten Arterienbogen) gehen zwei (nicht bezeichnete) Gefäße ab, die sonst nicht bei den Amphibien vorhanden sind.

---

[1] *p* in Fig. 43 ist zu stark geworden.

Fig. 15.

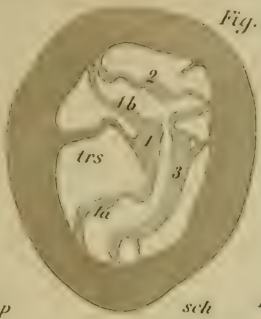


Fig. 16.

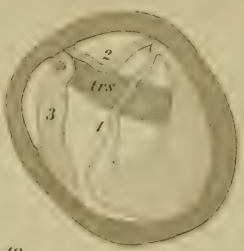


Fig. 18.

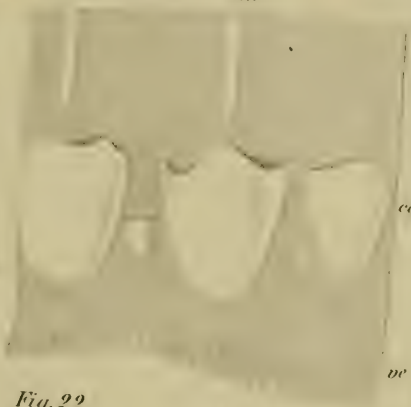


Fig. 6.

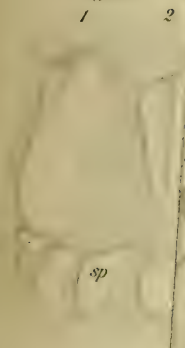


Fig. 17.

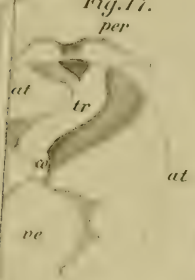


Fig. 3.

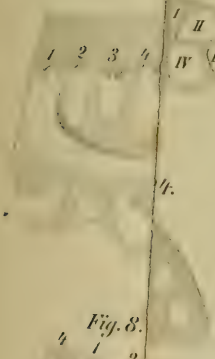


Fig. 22.

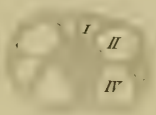


Fig. 23.

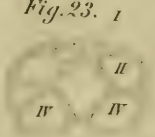


Fig. 25.

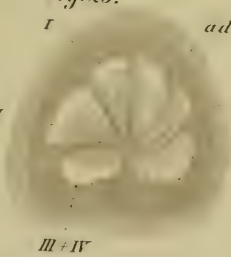


Fig. 26.

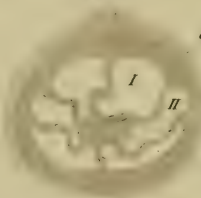


Fig. 8.

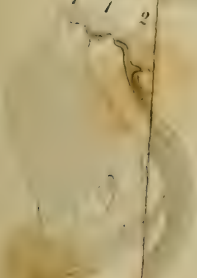


Fig. 29.

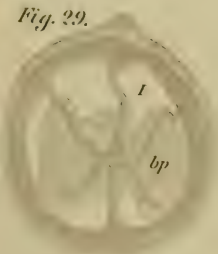
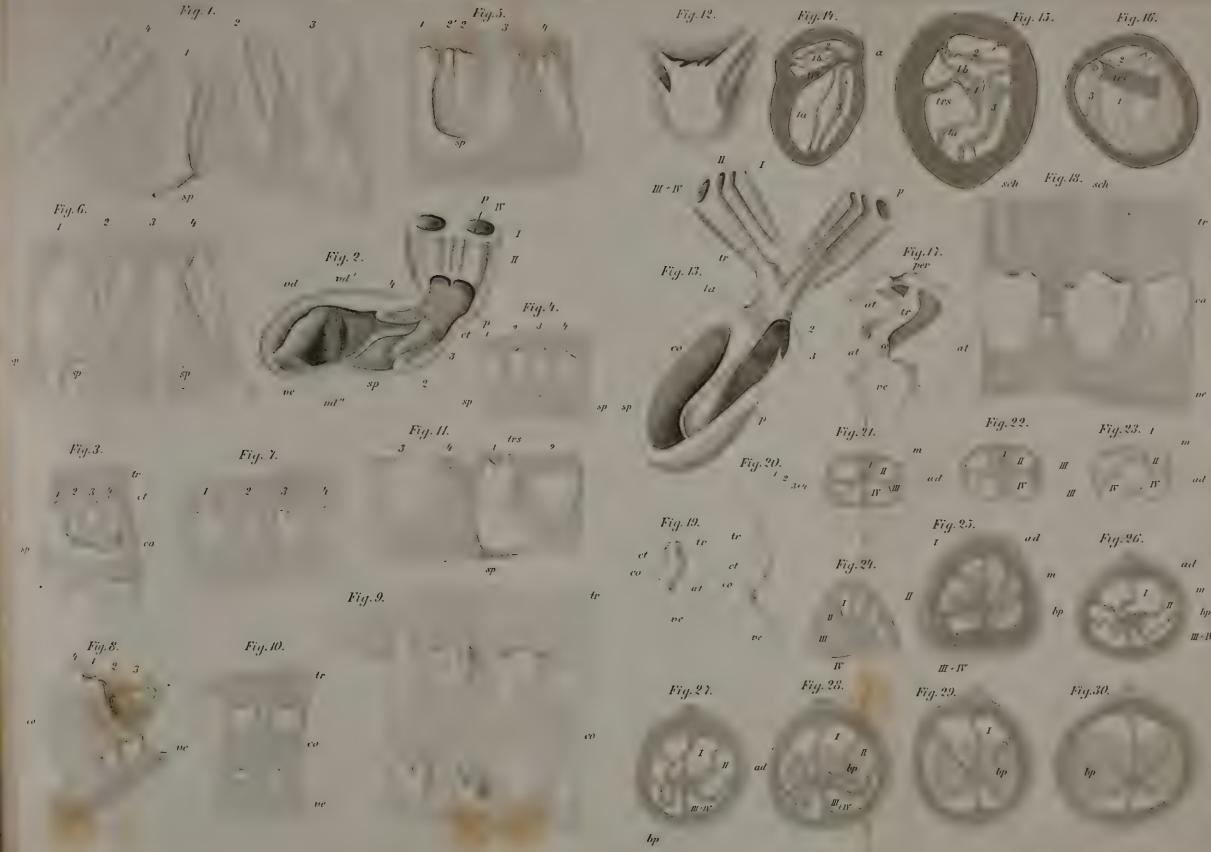


Fig. 30.

Lith. Anst. v. J. G. Bach, Leipzig.



Verlag v. Wilh. Engelmann, Leipzig

Morphol. J

Fig. 40.

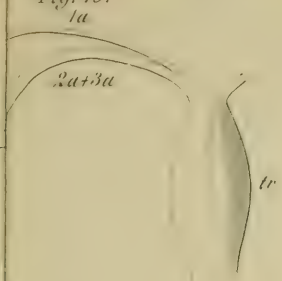


Fig. 35.

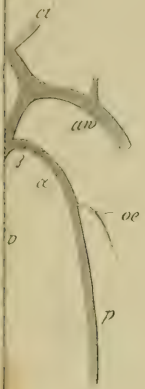
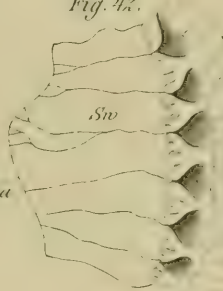
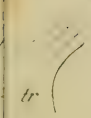


Fig. 42.





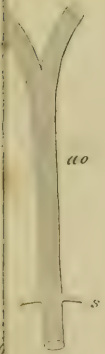
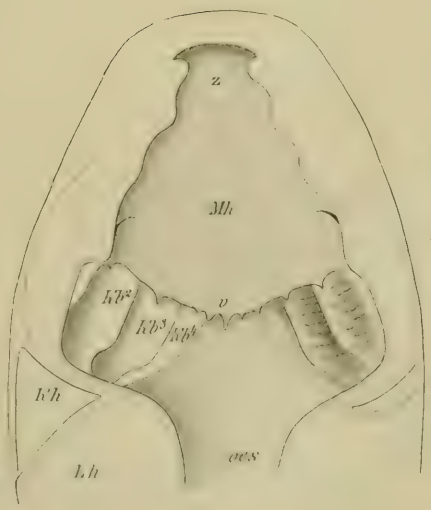


Fig. 41.



Lith. Anst. v. J. G. Bach, Leipzig.

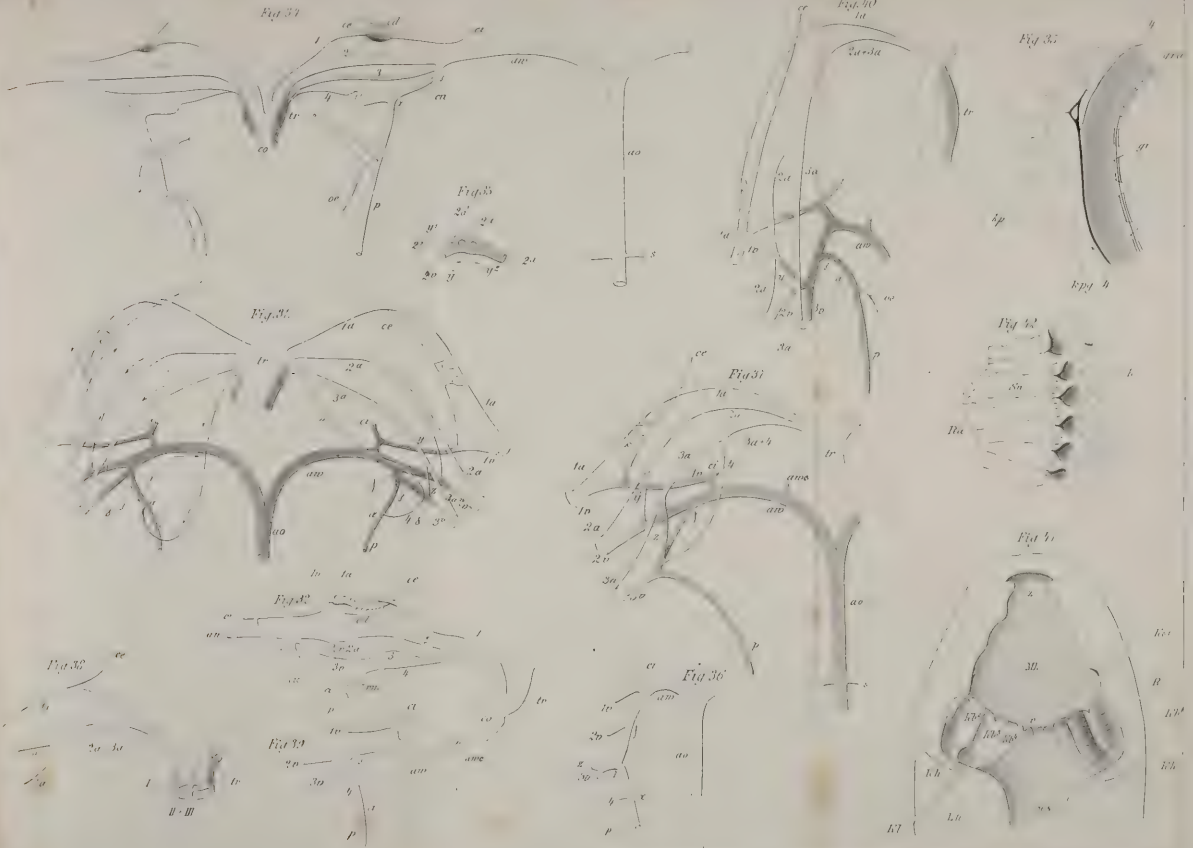
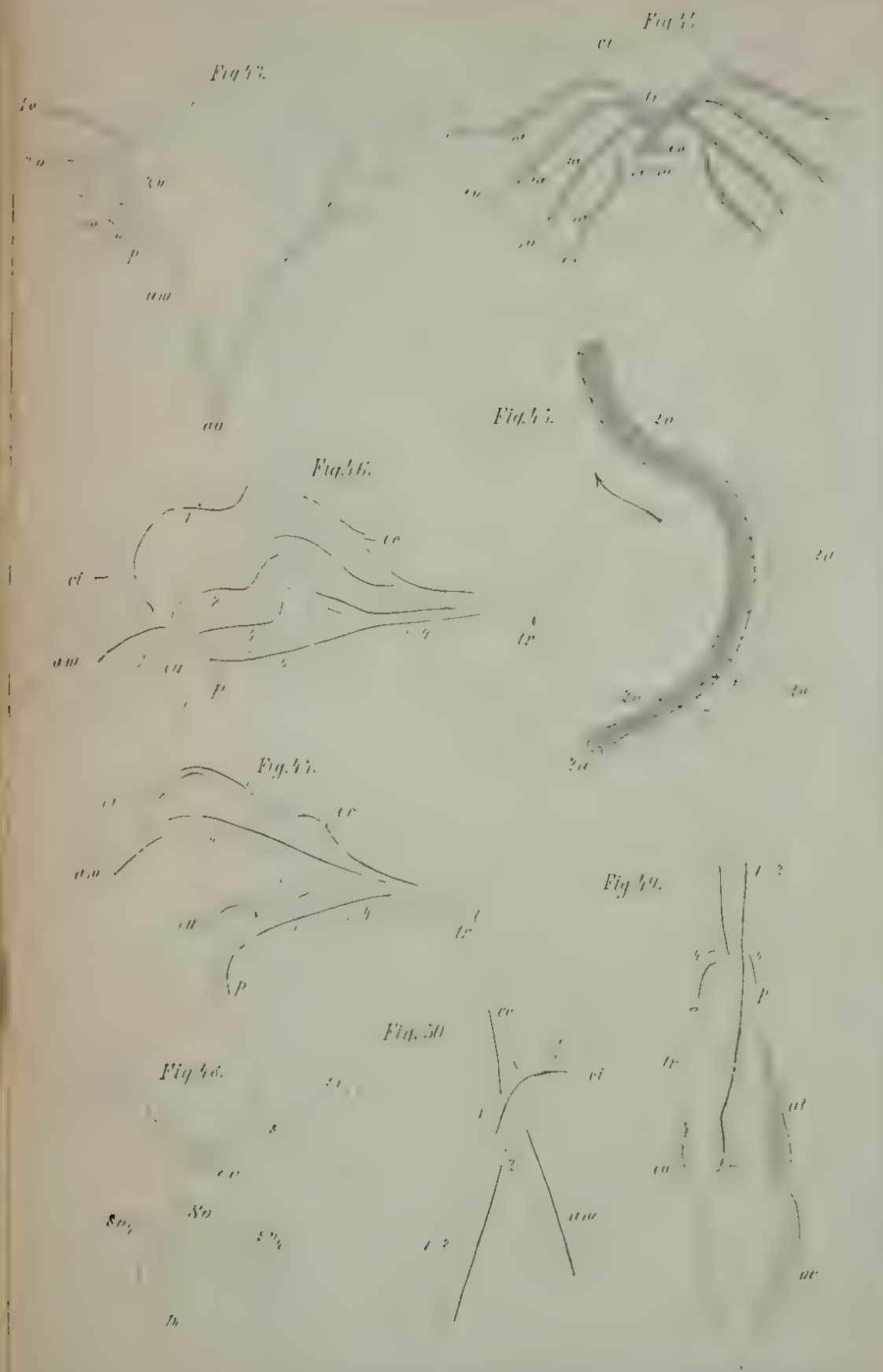


Fig. 34
Fig. 35
Fig. 36
Fig. 36'
Fig. 37
Fig. 38
Fig. 39
Fig. 40
Fig. 41
Fig. 42
Fig. 43
Fig. 44
II - III



Boas del. Verlag v. Wilh. Engelmann, Leipzig Lith. Anst. v. J. G. Bach, Leipzig

Über die Glaskörper- und Netzhautgefäfse des Aales.

Von

Dr. Hans Virchow,
Assistenten am anatomischen Institute zu Würzburg.

Mit Tafel XXVII.

Die interessante Angabe von KRAUSE[1], dass im Gegensatz zu anderen Fischen der Aal in seiner Netzhaut Gefäße besitzt, ist von KÜHNE und SEWALL erweitert[2] und von DENISSENKO in verschiedenen Zeitschriften ausgeführt worden[3]. Nach KÜHNE und SEWALL ist das Gefäßnetz in der Retina des Aales ein reiches und erstreckt sich auch in die äußere Körnerschicht z. Th. bis unmittelbar an die Membrana limitans externa: aus den Mittheilungen von DENISSENKO lässt sich entnehmen, dass in der innern und in der äußern Körnerschicht je ein Gefäßnetz vorkommt, von denen das erstere viel dichter ist, das letztere außer feinen auch weite Gefäße enthält. und dass vom Glaskörper feine Gefäße zu den Netzhautgefäßen führen, welche die inneren Retinaschichten meist unverzweigt durchsetzen. Vielleicht sind die Beobachtungen von DENISSENKO früher gemacht, jedenfalls früher mitgetheilt worden wie die von KÜHNE und SEWALL,

[1] W. KRAUSE: 1 Die Membrana fenestrata der Retina. Leipzig, 1868. 2 Die Nervenendigung in der Retina. Archiv f. mikr. Anat. XII. 1876. pag. 742. 3 Über die Retinazapfen der nächtlichen Thiere. Archiv f. mikr. Anat. 1881. pag. 309.

[2] W. KÜHNE und H. SEWALL: 1) Zur Physiologie des Sehepithels. Verhandl. des naturhistorisch-medicinischen Vereines zu Heidelberg. Neue Folge. II. Bd. 1880. pag. 324: 4. Juni 1880. S. Anmerkung zu Seite 326. 2 Zur Physiologie des Sehepithels. Untersuchungen aus dem physiologischen Institut zu Heidelberg. Bd. III. 1880.

[3] G. DENISSENKO: 1 Vorläufige Bemerkungen zur Lehre über den Bau der Netzhaut. SCHENK's Untersuchungen aus dem embryologischen Institut zu Wien. 1880. Bd. II. pag. 61. 2 Mittheilung über die Gefäße der Netzhaut der Fische. Archiv f. mikr. Anat. 1880. Bd. XVIII. Hft. IV. pag. 480.

aber mit Beziehung auf den Karpfen, ein Irrthum, den der Autor selbst in der zweiten seiner Veröffentlichungen bemerkt hat, der aber hier erwähnt werden muss, weil dieselbe Korrektur auch für die erste Arbeit und für eine Anmerkung in einer der beiden Mittheilungen aus dem Heidelberger physiologischen Institute gilt, in welcher auf eine mündliche Angabe von Denissenko hin seine Beobachtungen berücksichtigt sind[1]; vor Allem aber, weil letzterer seine Erfahrungen verwerthet für eine Theorie, die von Krause aufgestellt ist.

Krause glaubt nämlich, dass sich beim Aal ein Zustand erhalten habe, welcher bei den Embryonen aller Wirbelthiere vorübergehend vorkomme. Die Augenblase — so lautet diese Theorie — bringt als Ausstülpung des Gehirnes Gefäße mit, von denen bei Säugethieren die peripherischen Ausbreitungen in Verbindung mit dem Stamme der Arteria hyaloidea, mit dem sie frühzeitig durch Anastomosen verbunden werden, bestehen bleiben, von denen sich aber bei den übrigen Wirbelthieren nichts erhält, außer beim Aale, der den primitiven Zustand bewahrt hat. Das Letztere beweist Krause durch die Behauptung, dass die Netzhautgefäße des Aales kapillar seien und von den Gefäßen der innern Sehnervenscheide ausgehen, und durch die Annahme, dass eine Arteria hyaloidea nicht vorhanden sei.

Nimmt man dies als Beweis, so entsteht naturgemäß der Wunsch, auch den Satz, dass bei anderen Wirbelthieren außer beim Aale (von den Säugethieren sehen wir hier ab) die Netzhautgefäße im Laufe der Entwicklung schwinden, aus dem Zustande einer Hypothese in den einer Thatsache überzuführen. Dies hoffte Denissenko thun zu können durch den Nachweis, dass bei »jungen« Thieren Netzhautgefäße vorhanden seien, bei »alten« derselben Art dagegen nicht; und er spricht daher nicht nur vom »jungen Aal«, sondern theilt weiter mit, dass der »alte Aal« keine, der »erwachsene Karpfen« obliterirte Netzhautgefäße besitze. Wenn nun auch damit Denissenko die Theorie, die er beweisen will, dahin modificirt — wie er nicht bemerkt —, dass sich bei Fischen nicht schon im embryonalen Leben, sondern erst während der Jugendzeit[2] die Netzhautgefäße zurückbilden — denn das »junge Thier« war kein Embryo, wie man daraus schließen kann, dass seine Retina, um mit

[1] Untersuchungen aus dem physiologischen Inst. zu Heidelberg.

[2] Alt und jung, wie es Denissenko gebraucht, sind ganz vage Begriffe.

der eines andern Fisches verwechselt werden zu können, ausgeschnitten sein musste[1] —, so wäre doch die Beweisführung an sich unanfechtbar (nach der Korrektur eben so wie vor derselben), denn es ist ja ganz gleichgültig, ob sie sich auf den Karpfen oder auf den Aal stützt. Nur muss man vergessen, welche Stellung KRAUSE dem letzteren anweist.

Erinnert man sich nämlich an die obigen Ausführungen, so ist es ja gerade der Aal, der die sonst nur embryonalen Gefäße behält. Und für diesen Theil der Theorie ist es nicht gleichgültig, ob das »junge Thier« Karpfen oder Aal ist: diesen Satz greift DENISSENKO an, indem er die Gefäße zu Grunde gehen lässt. Vor der Korrektur baute er seinen Beweis doch noch auf den Karpfen, jetzt aber ist nur der Aal da, und gerade an ihm, der allein die embryonalen Gefäße bewahrt (KRAUSE), soll man erkennen, dass sie zu Grunde gehen (DENISSENKO)! Das ist nun allerdings eine verwickelte und — man kann sagen — unvorhergesehene Lage: dieselbe Beweisführung, welche die embryologische Seite der Theorie sicher stellt, macht die phylogenetische unmöglich. Eine solche Deduktion, die gleichzeitig Unterstützung und Angriff ist, hat für den Leser etwas Verwirrendes, für die Theorie, auf welche sie sich bezieht, etwas Missliches.

KRAUSE ist denn auch der Erste gewesen, der eingewendet hat, auch der alte (mehr als 1 Meter lange) Aal habe Netzhautgefäße. Ob man aber desswegen den »alten Aal« für einen »jungen Karpfen« nehmen müsse, kann höchstens DENISSENKO selbst entscheiden.

Die Netzhaut des Karpfens ist gefäßlos. Was die »obliterirten Gefäße« des »erwachsenen Karpfens« gewesen seien, versuchen wir nicht zu deuten.

Somit bleiben aus den Mittheilungen von DENISSENKO nur die erwähnten Angaben über die Netzhautgefäße des Aales (alt oder jung gleichviel), also nichts, was die embryologische Seite der besprochenen Theorie beweisen oder die phylogenetische widerlegen könnte.

Aber auch die letztere kann nicht bestehen.

Wenn man ein Aalauge, dessen Gefäße mit Berliner Blau injicirt sind, zerlegt, nachdem es einige Zeit in MÜLLER'scher Flüssig-

[1] Offenbar ist die Verwechslung zwischen den Netzhäuten vor sich gegangen, denn das Auge eines Aales kann mit einem Karpfenauge, selbst mit einem gleich großen, nicht verwechselt werden. Hat es doch, um das Gröbste zu nennen, keine »Chorioidealdrüse«, das Karpfenauge deren zwei, eine größere hufeisenförmige und eine kleinere linsenförmige.

keit gewesen ist, so kann man leicht Glaskörper und Netzhaut trennen, obwohl dieselben, wie sich bei weiterer Betrachtung zeigt, durch zahlreiche Kapillargefäße verbunden sind, wofern man nur in der Nähe der Papille die Gefäße abschneidet.

Auf dem Glaskörper sieht man dann von der der Papille entsprechenden Stelle aus kräftige Äste sich radiär ausbreiten. Sucht man, dadurch an das Verhalten bei anderen Knochenfischen erinnert, nach einer Randvene, so findet man eine solche nicht, wohl aber bemerkt man in der Retina gleichfalls um die Papille radiär gruppirte Gefäße, in denen man vermuthen muss, die den Arterien des Glaskörpers entsprechenden Venen gefunden zu haben.

Überdies erkennt man schon durch die Lupe, dass viele der feinsten Gefäße des Glaskörpers plötzlich endigen, und man kommt leicht auf den Gedanken, dass dies die abgerissenen Verbindungen sind, die zur Retina führen.

An dem Querschnitte der Netzhaut findet man mit bloßem Auge eine blaue Lage, die durch das Präparirmikroskop in zwei aufgelöst wird. Und durch das Mikroskop endlich stellt man, die Netzhaut von der innern Fläche betrachtend, fest, dass die starken Gefäße in der innern dieser beiden Lagen ihren Platz haben, und dass zahlreiche Kapillaren unter rechten Winkeln von der Fläche hervorragen, die Verbindungen mit den Glaskörpergefäßen.

Um sich zu versichern, was Arterien sind, injicirt man sodann eine Masse, welche die Kapillaren nicht passirt (alkoholische Schellacklösung), und findet die starken Gefäße auf dem Glaskörper gefüllt, die in der Netzhaut leer. Die ersteren sind also Arterien, die letzteren Venen [1].

Diese kurzen Angaben werden auf den folgenden Seiten ausgeführt.

Die Arteria ophthalmica.

Die beiden Arteriae carotides internae des Aales verbinden sich, bis auf eine kleine Entfernung angenähert, innerhalb der Kopfknochen durch ein kurzes Quergefäß, welches unter dem vorderen Rande der Hypophysengrube liegt, nachdem jede von ihnen 3 mm weiter

[1] Eine isolirte Injektion der Venen habe ich nicht gemacht, auch durch Schnitte keine klare Einsicht in den Zusammenhang der Netzhautgefäße mit den Venen an der Unterseite des Bulbus bekommen.

rückwärts (bei einem 79 cm langen Aal) eine ihnen an Stärke gleichkommende Arteria infraorbitalis oder maxillaris superior abgegeben und sich noch 1 cm weiter zurück von der Arteria carotis externa getrennt hat. Anders aufgefasst entspringen die beiden inneren Carotiden aus dem vordersten Stücke des Circulus cephalicus, nachdem kurz vorher eine Arteria infraorbitalis und weiter zurück vor dem Eintritt der Gefäße in die Kopfknochen die Arteria carotis externa ausgetreten ist.

Jede Carotis interna spaltet sich sehr bald in eine Arteria (carotis) cerebralis und eine Arteria ophthalmica, von denen die letztere etwas weiter vorn, wieder außerhalb des Knochens, sich von Neuem theilt in die eigentliche Arteria ophthalmica und ein sehr ungewöhnlich verlaufendes Gefäß, welches unter dem Musculus rectus superior und Musculus obliquus superior vorwärts zieht, im vordern Augenwinkel aber umbiegt und da, wo sich der Musculus rectus nasalis an den Bulbus ansetzt (nicht an den Äquator, wie die fünf anderen Augenmuskeln, sondern näher dem Pol), den Augapfel erreicht, die Sclera durchbohrt und an der nasalen Seite der Chorioidea zur Iris läuft.

Die Arteria ophthalmica liegt zunächst nach der Trennung von diesem Gefäße medial, geht dann aber unter ihm fort lateralwärts und kommt an die temporale Seite des Sehnerven, an der sie sich auch hält, bis sie die Sclera durchbohrt hat. Zwischen der äußern und mittlern Augenhaut zerfällt sie dann sofort in zwei gleich starke Gefäße, von denen das eine (A. iridis) in der Mitte zwischen der ventralen und temporalen Seite der Chorioidea zur Iris läuft[1], das andere (A. hyaloidea) in einer mehrfach gebrochenen Linie in die Mitte der Papille gelangt[2], bis wohin sie einen Überzug von Chorioidealpigment mitnimmt.

Die Gefäße auf der Oberfläche des Glaskörpers (Fig. 1).

Auf demselben Punkte, wo die Arteria hyaloidea die Papille verlässt, zerfällt sie in ihre Äste, die auf den ersten Blick radiär aus einander zu treten scheinen, in der That aber bilateral angelegt sind, indem eine Übereinstimmung der nasalen und temporalen Hälfte, aber nicht der dorsalen und ventralen, besteht. Es sind zwei

[1] Zusatz 1. [2] Zusatz 2.

Äste, der eine auf der nasalen, der andere auf der temporalen Seite, die eine kurze Strecke fast horizontal laufen, dann aber sich einander zuneigen, so dass sie parallel werden, ja konvergiren, eine Richtungsänderung, die sich nicht kontinuirlich, sondern von Gefäßabgang zu Gefäßabgang vollzieht. Vielleicht kann man mit demselben Rechte sagen: die beiden Hauptstämme theilen sich sehr bald dichotomisch. Bleibt man indessen bei der ersten Ausdrucksweise, so muss man hinzufügen: jeder der zwei Äste giebt zwei starke Zweige ab. Außer diesen giebt es noch zwei andere, die gleich von der Papille abgehen, die man daher eben so gut als selbständige Äste wie als Zweige der erstgenannten ansehen kann, und von denen auch nicht zu entscheiden ist, ob sie sich in die bilaterale Anordnung fügen.

Da die Eintrittstelle der A. hyaloidea der Papille entspricht, liegt sie wie diese der temporalen Seite näher wie der nasalen, und es entsteht eine Asymmetrie, die sich jedoch nicht auf das ganze Gefäßgebiet vertheilt, sondern gleich im Anfange dadurch ausgeglichen wird, dass das Stück bis zum Abgange des ersten Zweiges an der nasalen Arterie länger ist.

Alle Zweige lösen sich dichotomisch immer weiter auf und vertheilen sich dadurch gleichmäßig über den Glaskörper, bis sie in der Nähe des von Gefäßen freien der Zonula Zinnii der Säugethiere entsprechenden Raumes in Kapillaren übergehen.

Für die Mehrzahl der Kapillaren jedoch giebt es eine andere Ursprungsweise. Es treten nämlich sehr feine, z. Th. schon kapillare Gefäße unter rechten Winkeln aus Ästen und Zweigen, ohne deren Richtung zu beeinflussen, aus und spalten sich weiter rechtwinklig, die Felder erfüllend, welche von den stärkeren Gefäßen begrenzt sind.

Am Rande gehen einzelne Kapillaren schlingenförmig in einander über, jedoch nur ausnahmsweise, so dass von einem Circulus, so wie man sich den Circulus iridis minor vorzustellen pflegt, nicht die Rede ist. Auch an anderen Stellen sind Anastomosen selten. Vielmehr gehen die Enden der Kapillaren, plötzlich unter rechten Winkeln die Oberfläche des Glaskörpers verlassend, in die Retina ein.

Die beiden Netze der Retina (Fig. 3).

Während man die Kapillaren auf dem Glaskörper als Endzweige der Arterien auffassen muss, lassen sich die Ausbreitungen der feinsten Gefäße in der Retina nicht einfach als Venenanfänge betrachten; sie bilden vielmehr Netze, welche unter sich inniger wie mit den Venen zusammenhängen. Es giebt zwei solcher Netze, von denen das eine in der äußern, das andere in der innern Körnerschicht liegt[1].

Die Gefäße in der äußern Körnerschicht sind zu einem Netze verbunden, welches sich vom Sehnerveneintritt bis zum Übergange der Retina in die Pars ciliaris[2] erstreckt, nirgends unterbrochen. Dieses Netz ist von einer verwirrenden Unregelmäßigkeit: manche Maschen haben keinen Durchmesser von mehr als 30 μ, aber es gibt andere, die 20 ja 50 solcher kleinen aufnehmen können. Eben so regellos ist die Form: rund und gestreckt, drei-, vier- und vieleckig. Andeutungen regelmäßiger Anordnung (gestreckte Gefäße, in welche andere seitlich eintreten, sternähnliche Figuren) treten, mehr angedeutet als ausgeprägt, in dem Gewirre auf. Diese Gefäße stoßen nur ausnahmsweise an die Membrana limitans externa selbst an, haben aber ihren Platz in der Nähe der äußern Fläche der Schicht, etwa um die Weite einer Kapillare von derselben entfernt.

In dem innern Netze ist die Unregelmäßigkeit eben so groß, vielleicht noch größer; jedenfalls fällt sie mehr auf, da die Gefäße weniger zahlreich, die Maschen größer sind. Denn wenn auch einzelne der letzteren von Maschen des äußeren Netzes übertroffen werden, so kommen doch im Durchschnitte wenigstens zehn des äußern auf eine des innern.

Diese Gefäßlage wird aber von den Venen, die gleichfalls in der innern Körnerschicht liegen, unterbrochen.

Die Venen der Retina (Fig. 2).

In der Papille vereinigen sich die venösen Hauptwurzeln zur Vena centralis retinae, nachdem sie dicht daneben von der Retina

[1] Zusatz 3.

[2] Um diesen schleppenden Ausdruck zu vermeiden, ist im Folgenden »Ciliarrand der Retina Retina im engeren Sinne« gesagt, oder schlechtweg »Ciliarrand«.

auf den Glaskörper übergegangen sind, so dass man sie bei der Trennung von Glaskörper und Netzhaut nicht nur an der Papille sondern auch an der Retina abschneiden muss. Auf dem der Abbildung zu Grunde gelegten Präparate giebt es vier solcher Hauptwurzeln, deren Anordnung nicht bilateral ist, und von denen eine die anderen an Stärke übertrifft, eine hinter den übrigen zurückbleibt.

In ihrer weitern Ausbreitung sind diese Gefäße weniger regelmäßig wie die Arterien des Glaskörpers, da die Abstände von je zwei Vereinigungsstellen wechselnder, die Abschnitte in verschiedenem Grade gewunden sind. Die Winkel, unter welchen sich Gefäße verbinden, kommen oft rechten nahe; und diese Verzweigung ist über die ganze Retina ausgedehnt, so dass man noch in der Nähe des ciliaren Randes Gefäße findet, welche über dem Range von Kapillaren stehen (Fig. 4 *a*).

Durch diese Venen also wird eine Anzahl von Feldern abgegrenzt und das innere Gefäßnetz der Retina in eine eben so große Zahl von Stücken zerschnitten, welche nur mit den dem Ciliarrande zugewendeten Seiten zusammenhängen. Es giebt also — wenn man von dem letztgenannten Umstande absieht — nicht ein inneres Gefäßnetz, sondern viele solche, zwischen denen nur in seltenen Fällen einzelne, an den Venen vorbeischweifende, Kapillaren eine Verbindung herstellen[1]. Innerhalb der Felder der innern Körnerschicht kommt eine solche Überkreuzung von Kapillaren mit anderen Kapillaren öfter vor. Die Isolirung der Netze wird dadurch noch vollständiger, dass ihre Verbindungen mit den Venen nicht so zahlreich sind wie die der Kapillaren unter einander, so dass sich neben den stärkeren Bahnen gefäßarme Säume hinziehen.

Die ersten Venenwurzeln sind jedoch mit Kapillaren eben so reichlich verbunden wie diese unter einander und verlieren sich in dem Netze. Aus einem Theile von ihnen entwickeln sich dadurch, dass sie ohne ihre eigene Richtung zu ändern allmählich stärker werden, die größeren Venen (eigentlichen Venenanfänge); andere dagegen treten aus den Feldern heraus, z. Th. sogar kapillar, an stärkere Wurzeln, ohne deren Verlauf zu beeinflussen (seitliche Venenwurzeln); ein Unterschied, der jedoch nicht scharf durchgeführt ist.

---

[1] Auf der rechten Seite der Figur 3 giebt es ein solches Gefäß, an dem sich jedoch wegen der Dichtigkeit der Maschen keine Bezeichnung hat anbringen lassen.

Die Anfangsstücke liegen nicht nur in der innern Körnerschicht, sondern auch in der äußern[1] und ziehen dann ganz allmählich aus der letzteren in die erstere, so dass sie die Zwischenkörnerschicht schief durchdringen.

Die Gefäfse, welche vom Glaskörper zur Retina gehen (Fig. 4).

Die Gefäße, welche vom Glaskörper zur Netzhaut gehen, sind senkrecht zu der Oberfläche des ersteren und zu den Schichten der letzteren, so dass man sie auf senkrechten Schnitten leicht in ihrer ganzen Länge, ja in Verbindung mit Gefäßen der Retina erhält[2]. Fast immer ragen über die freie Fläche als Verlängerung dieser Kapillaren kurze Stümpfe hervor, auf deren Deutung ich verzichten muss, da es mir nicht geglückt ist, Netzhaut und Glaskörper im Zusammenhange zu schneiden. Bei der Betrachtung einer die innere Fläche nach oben wendenden Retina durch das Mikroskop erkennt man die Gefäße, um die es sich hier handelt, daran, dass bei hoher Einstellung ihre freien Enden scharf über verschwommenem Grunde hervortreten. Der Zeichner jedoch befindet sich ihnen gegenüber in der ungünstigsten Lage, da sie, wenn Alles in eine Ebene rückt (Fig. 3), zu Punkten zusammenschrumpfen, die häufig noch auf Linien fallen.

Gezählt habe ich ihrer auf dem abgebildeten Stücke 120, und da dieses etwa den fünfzigsten Theil der Figur 2, den achtzigsten der ganzen Netzhaut ausmacht, so wären es im Ganzen etwa 9600. Mag auch dieser Werth um das Doppelte und mehr zu hoch sein, so ist doch auf jeden Fall die Zahl der Gefäße groß, freilich nicht im Vergleich mit den Maschen des äußern Netzes.

Diese Gefäße gehen sowohl in das innere wie in das äußere Netz über, häufig auch in beide, indem sie nach ihrer Verbindung mit dem innern ohne Richtungsänderung weiterziehen (Fig. 4 *b*). Die letzten Stücke mögen aber bei der Betrachtung der Netzhaut von der innern Fläche meist durch die sich kreuzenden Gefäße des

---

[1] Auf Figur 3 findet man zwei Beispiele davon.

[2] Dass Denissenko diese Gefäße als vom Glaskörper kommend beschreibt, ist wohl nur ein glücklicher Zufall, denn er theilt von den Glaskörpergefäßen selbst nichts mit; ist auch über die Gefäße der Retina nicht vollständig unterrichtet, denn er hält sogar diejenigen, welche die Dicke der innern Körnerschicht erreichen (Venen) für Kapillaren. Vielleicht weil Krause gesagt hatte, die Netzhautgefäße des Aales seien kapillar.

innern Netzes verdeckt werden, und sich so die Thatsache erklären, dass man weit mehr Verbindungen mit Gefäßen der innern wie der äußern Körnerschicht bemerkt, während ich an Schnitten (64) das Gegentheil gesehen habe. Indessen wenn auch nur eben so viele dieser Kapillaren sich in das innere Netz einsenken wie in das äußere, so sind es doch relativ weit mehr, da ja die Zahl der Gefäße der innern Körnerschicht eine kleinere ist.

Die vom Glaskörper kommenden Kapillaren gehen bis unmittelbar an die Gefäße der Netzhaut, rechtwinklig zu ihnen, heran und biegen nur ganz kurz in sie um. Auch hierin ist eine Selbständigkeit der Netze ausgedrückt, der man nicht gerecht wird, wenn man sagt, »die vom Glaskörper kommenden Gefäße theilen sich und bilden die Gefäße der Netzhaut«, sondern nur durch Ausdrücke, wie: »sie verbinden sich«, »sie gehen über«, »sie münden«. Es giebt indessen zahlreiche Fälle, in denen dieser für die Netzhaut des Aales so charakteristische Zug verwischt ist, indem sich der rechte Winkel in einen Bogen verwandelt, der Übergang ein allmählicher wird. Dann weichen jedoch die vom Glaskörper kommenden Gefäße mehr von ihrer typischen Richtung ab, indem sie die granulirten Schichten schief durchdringen (Fig. 4 *b* und *c*), als die Maschen der Netze. Hierzu kommen dann endlich diejenigen Fälle, in welchen thatsächlich Kapillaren, ehe sie das innere oder ehe sie das äußere Netz erreichen, sich theilen (Fig. 4 *b* und *e*).

Dass solche senkrechte Gefäße bis an den Ciliarrand heran existiren müssen, geht schon daraus hervor, dass bis dahin Kapillaren auf dem Glaskörper zu beobachten sind; ob das dem Rande nächste Gefäß, welches ich auf einem Schnitte gesehen habe (Fig. 4 *f*), in die geschilderte Kategorie oder zu den Verbindungsgefäßen zwischen den beiden Netzen gehört, ist freilich nicht zu entscheiden.

Die Gefäße, welche die beiden Netze verbinden.

Die Gefäße, welche das äußere Netz mit dem innern verbinden, sind gleichfalls senkrecht zu den Schichten der Retina, rechtwinklig zu den Netzen; und hier kommen weniger Abweichungen von dem Typus vor, wie bei den vorher geschilderten. Manche von ihnen münden in größere Venenwurzeln ein (Fig. 4 *h*), wie auch vom Glaskörper kommende Kapillaren (Fig. 4 *c*), und können daher als seitliche Wurzeln angesehen werden.

Die Gefäße, welche die Netze bilden und verbinden, sind eben so

wie die, welche vom Glaskörper zur Retina führen, kapillar. Zwar sind an Injektionspräparaten viele von ihnen streckenweise weiter wie die übrigen; da sie indessen auf beiden Seiten in feinste Bahnen überzugehen pflegen, darf man auch sie für kapillar nehmen, und die Erweiterung dem Injektionsdrucke zuschreiben. Auf dem Wege histologischer Untersuchung diesen Punkt erschöpfend zu behandeln, dürfte wohl ein eingehenderes Studium erfordern, als ihm Denissenko gewidmet zu haben scheint (vgl. pag. 581 Anmerkung 2). In der Nähe des Ciliarrandes dringen jedoch auch einzelne Gefäße, welche eine ungewöhnliche Weite haben, in die Netzhaut ein (Fig. 4 *d* und *i*?). Ob diese letzten Arterien auch direkt in Venen übergehen, was ja nach sonstigen Erfahrungen unwahrscheinlich ist, hat an den Schnitten — von solchen stammen diese Beobachtungen — nicht entschieden werden können.

Die Anordnung ist also nicht so einfach, wie man sich dieselbe vorstellen möchte. Das Blut, vom Glaskörper kommend, geht in das äußere Netz, aber eben so gut in das innere, und das schnelle Überströmen in die Venen mit Umgehung des äußeren Netzes wird nur dadurch erschwert, dass die Eingänge selten sind. So kann man die Verbindungen zwischen äußerem und innerem Netze eben so wohl als Bahnen von letzterem zu ersterem ansehen wie umgekehrt. Ja es giebt Fälle, wo man gar nicht entscheiden kann, ob man es noch mit Fortsetzungen der vom Glaskörper kommenden Gefäße oder mit Verbindungen der beiden Netze zu thun hat (Fig. 4 *g*).

Diese Verworrenheit ist indessen auf das Gebiet der Kapillaren beschränkt; um so klarer sind die stärkeren Bahnen: die Gefäße von Glaskörper und Netzhaut bilden ein zusammenhängendes und in sich abgeschlossenes System, welches durch eine Arterie, die Arteria hyaloidea, seinen Zufluss, und durch eine Vene, die Vena centralis retinae seinen Abfluss hat. Und diese Verbindung ist es, welche die inneren Augengefäße des Aales allen sonst bekannten gegenüberstellt.

Vergleichung.

Es hat sich im Vorhergehenden herausgestellt, dass die Thatsachen nicht mit den Annahmen zusammentreffen, auf welche Krause seine Theorie gebaut hat, sondern das gerade Gegentheil davon sind: die inneren Augengefäße des Aales stammen nicht von Gefäßen der inneren Sehnervenscheide, es giebt eine Arteria hyaloidea und eine Vena centralis retinae.

Will man dagegen die inneren Augengefäße des Aales mit Bekannterem vergleichen, so bieten sich von selbst die Glaskörpergefäße der Kaltblüter auf der einen, die Netzhautgefäße der Säugethiere auf der andern Seite.

Vielleicht sind die Glaskörperarterien aller der Knochenfische, welche von der Papille ausgehende Gefäße haben, bilateral gruppirt, wenn auch diese Anordnung bei manchen, so z. B. Leuciscus cephalus, bis zur Unkenntlichkeit verwischt und in eine radiäre übergeführt ist. Ganz deutlich ist sie beim Karpfen[1], weit auffälliger aber bei Barbus fluviatilis, bei welchem der nasale und der temporale Hauptast eine dorsale Zone mit zahlreichen und feinen Gefäßen von einer ventralen mit weiten und weniger zahlreichen scheidet; bei keinem der Fische, bei welchen die Glaskörperarterien sich von der Papille aus verbreiten, ausgeprägter als bei Batrachus tau.

Zu diesem Punkte, in dem eine Übereinstimmung zwischen den Glaskörperarterien des Aales und denen gewisser Knochenfische liegt, kommt die Art der dichotomischen Theilung und der ganze Habitus dieser Gefäße. Doch man wird eine Homologie erst dann bestimmt behaupten dürfen, wenn sich auch in dem Ursprunge der Arteria hyaloidea selbst eine Kongruenz wird herausgestellt haben.

Die Ähnlichkeit ersteckt sich aber nicht mehr auf die feineren seitlich austretenden Zweige und auf die Kapillaren; und scheinbar auch nicht auf die Venen. Denn, wie es in den Beschreibungen heißt, sammeln sich bei Fischen die letzteren in ein Randgefäß, welches durch das Corpus ciliare hindurch das Innere des Auges verlässt.

Indessen diese Schilderung, die als allgemeingültig hingestellt ist, muss auf einen Theil der Fische, in erster Linie die Cyprinoiden, beschränkt werden. Zum Vergleiche mit dem Aal aber eignet sich weit mehr Conger vulgaris, welcher ihm ja auch systematisch nahe steht.

Bei diesem[2] findet man auf dem Glaskörper, die der Papille entsprechende Stelle umgebend, abwechselnd eins um das andere, Gefäße von zwei verschiedenen Charakteren, die einen enger und nach Färbung dunkler, also wahrscheinlich dicker von Wandungen, die anderen weiter und blasser; von jeder Art drei (Fig. 5). Die

[1] Spiegelkarpfen von 38 cm, mit Berliner Blau injicirt.

[2] Die beiden Augen von einem Conger vulgaris, dessen Schädel 11,5 cm lang war, befanden sich in einem derartigen Zustande, dass die Glaskörpergefäße sich zwar gut ausbreiten und mit Hämatoxylin färben, aber eben so wenig wie die Netzhaut histologisch untersuchen ließen.

Arterien (die engeren) sind eben so wie die Venen (die weiteren an Stärke und Zahl der Äste verschieden, weder paarig noch symmetrisch[1]. Die Ausbreitung der Venen entspricht derjenigen der Arterien, denn es liegt auch in den peripheren Theilen jedes Mal zwischen zwei Arterien eine Vene. Bald aber ist die Vene gleichweit von beiden sie einschließenden Arterien, bald doppelt so weit von der einen wie von der andern entfernt. Diese Gefäße bewahren bis an ihre Enden diejenigen Charaktere, welche sie von einander unterscheiden; sie theilen sich sehr selten und behalten, abgesehen von den in der Nähe der Papille ausgeführten Biegungen, die einmal angenommene Richtung. Sie verlieren sich keineswegs in dem Netze der Kapillaren, sondern gehen nur mit ihren Spitzen in dasselbe über; stehen vielmehr mit ihm in Verbindung durch seitliche Gefäße (Fig. 6).

Die letzteren zeigen neben den Arterien größere Regelmäßigkeit und werden mit der Annäherung an die Ora serrata allmählich häufiger und schwächer; diejenigen Gefäße aber, welche zu den Venen führen, stehen überhaupt dichter und sind in Anordnung und Stärke wechselnd, häufig kapillar. Von Zweig zu Zweig sind die Arterien schärfer geknickt, die Venen in ihren Biegungen weicher und unregelmäßiger.

Die Kapillaren, welche die zwischen Arterien und Venen gelegenen Felder ausfüllen, hängen unter sich inniger, wie mit den stärkeren Gefäßen zusammen. Die Maschen, welche von ihnen gebildet werden, sind von sehr verschiedener Größe und Form, aber es herrscht durch den Einfluss der von den Arterien kommenden Zweige und der zu den Venen führenden Wurzeln eine bestimmte Richtung vor, welche sich in Bogen kundgiebt, die ihre Konkavitäten gegen die Papille richten. Entsprechend der Ora serrata schließt das geschilderte Netz mit denselben unregelmäßigen Maschen ab, ohne dass von einem »Circulus« zu reden wäre.

Wenn man mit diesen Bahnen die inneren Augengefäße des Aales vergleicht, so sind es in erster Linie die Netze von Kapillaren, welche eine ungemeine und abweichende Entwicklung zeigen. Ein zweiter Unterschied besteht darin, dass die Venen in der Retina liegen; indessen wiegt dieser vielleicht nicht so schwer, als es auf

[1] Sonderbarerweise entsteht zwischen der einen und der andern Seite rechts und links der Figur 5) das Bild einer Symmetrie durch besondere Anordnung ungleichwerthiger Äste.

den ersten Blick scheint, und hier gewinnt der sonst geringfügige Umstand Werth, dass die Venen vor ihrer Vereinigung in der Papille auf den Glaskörper treten. Aber auch in der Anordnung der Gefäße und in ihren Eigenthümlichkeiten kommen noch erhebliche Differenzen vor. Trotzdem darf man es schon jetzt für wahrscheinlich erklären, dass von den inneren Augengefäßen von Anguilla und Conger sowohl die Arterien wie die Venen homolog sind.

Man könnte glauben, in den inneren Augengefäßen des Aales einen recht augenfälligen Beleg dafür gefunden zu haben, dass die Glaskörpergefäße der Kaltblüter und die Netzhautgefäße der Säugethiere dasselbe sind, sieht man sie nicht gleichsam auf ihrer Wanderung, die Venen schon in der Retina, die Arterien noch auf dem Glaskörper?

Dieser Schluss würde die Homologie der Netzhautgefäße des Aales und der der Säugethiere (genauer des venösen Theiles derselben) voraussetzen. Nun bestehen allerdings zwischen den Netzhautgefäßen des Aales und denen der Ratte — bei denen, wie Hesse bemerkt[1], durch die Vertheilung auf zwei Lagen die Anordnung eine übersichtlichere ist, als beispielsweise beim Menschen — auffallende Ähnlichkeiten. Indessen, welchen Werth können zwei Thatsachen haben, die durch eine so weite Kluft getrennt sind? Man dürfte vielmehr umgekehrt die Homologie der Netzhautgefäße des Aales mit denen der Säugethiere nur folgern aus der der Netzhautgefäße der Säugethiere mit den Glaskörpergefäßen der Fische, müsste aber dafür andere Beweise suchen.

Da es nun durchaus wahrscheinlich ist, dass sich die spät auftretenden Netzhautgefäße der Säugethiere nicht aus den während der embryonalen Zeit vergehenden Glaskörpergefäßen derselben bilden, und da man allgemein die letzteren für das Homologon der Glaskörpergefäße der Kaltblüter ansieht (was freilich auch nicht genügend bewiesen ist), so lässt sich zur Zeit nicht behaupten, dass die Netzhautgefäße des Aales und die Netzhautgefäße der Säugethiere homolog sind.

---

[1] Fr. Hesse, Über die Vertheilung der Blutgefäße in der Netzhaut. Archiv für Anatomie und Physiologie 1880, anatomische Abtheilung II. und III. Heft.

Zusätze.

1) Über eine bei Fischen, Amphibien, Reptilien und Vögeln homologe Irisarterie. — Die im Text erwähnte Irisarterie des Aales erreicht die Regenbogenhaut in der Mitte zwischen der ventralen und temporalen Seite: in einem Falle jedoch von vieren (von zwei Aalen, deren Kopfarterien mit Schellack gefüllt waren habe ich sie auf der temporalen Seite gesehen, doch auch hier lag sie ursprünglich an dem gewöhnlichen Platze in der Mitte der temporalen und ventralen Seite der Chorioidea und ging erst auf halbem Wege ganz an die temporale Seite.

Bei Batrachiern betritt die A. ophthalmica, welche die noch ungetrennten Arterien der Iris und des Glaskörpers enthält, an dem gleichen Punkte die Iris; bei Siredon erreicht die A. ophthalmica, die man eben so gut A. iridis nennen kann, da eine A. hyaloidea fehlt, die Regenbogenhaut an der temporalen Seite.

Bei der Blindschleiche giebt es zwei Gefäße, und da deren Verlängerungen rückwärts innerhalb der Chorioidea zusammenführen würden, so habe ich es schon früher für wahrscheinlich gehalten, dass auch hier eine A. iridis vorhanden ist, die sich schon innerhalb der Chorioidea spaltet. Bei der Eidechse, deren Irisgefäße denen der Blindschleiche sehr ähnlich zu sein scheinen, ist dies auch in der That der Fall.

Auch bei Vögeln (Huhn, Amsel, Rabe, Fischreiher) giebt es eine A. iridis, welche sich in zwei Äste spaltet und dieselbe Lage hat (Huhn, Amsel, Rabe) wie bei den genannten Thieren.

(Beim Aale kommt nun aber eine zweite dazu, welche auf der nasalen, bei einigen Vögeln eine solche, welche auf der ventralen [Huhn, Amsel] Seite eintritt.)

Alle diese Thiere stehen mithin, was die Vascularisation der Iris betrifft, geschlossen den bis jetzt in dieser Hinsicht bekannten Säugethieren gegenüber, bei denen die Regenbogenhaut von den »langen Ciliararterien« versorgt wird.

In den angedeuteten Verhältnissen ist in Rücksicht auf die Gefäße eine Unabhängigkeit zwischen Chorioidea und Iris ausgedrückt, welcher als eine eben so bemerkenswerthe, freilich auch eben so unerklärte, Thatsache die Verbindung der A. iridis mit der A. hyaloidea (Aal und Frosch) gegenübersteht.

2) Die A. hyaloidea biegt, wie mir Präparation und Schnitte übereinstimmend gezeigt haben, sogleich an ihrem Anfange in eine

auf die A. ophthalmica senkrechte Ebene um, bleibt aber dabei dem Sehnerven fest angeschmiegt, so dass sie immer noch in dem Raume zwischen Chorioidea und Sclera) in einem kurzen Bogen, der im Ganzen 90 Graden gleich kommt, von seiner temporalen an seine ventrale Seite gelangt, also in die Gegend, wo sich in Form einer Leiste ein bindegewebiger Fortsatz von unten her in den Sehnerven hineinschiebt[1]. Diesen Weg benutzt die Arterie, um mit einer neuen scharfen Biegung sich nach oben zu begeben, so dass sie, dem Sehnerven selbst kaum angehörend, in der Mitte der Papille erscheint, in welcher sie in ihre Äste zerfällt.

3) Über die Schichten der Retina. — Da KRAUSE das, was KÜHNE und SEWALL und DENISSENKO »äußere Körnerschicht« und »innere Körnerschicht« nennen, als »äußere und innere Lage der innern Körnerschicht« bezeichnet, so muss hier so viel über die Netzhaut gesagt werden, dass die Angaben nicht unverständlich sind. Es schließt sich nach den genannten drei Autoren an die Membrana limitans externa, nach KRAUSE an die Membrana fenestrata (Zwischenkörnerschicht) eine Lage von dichtgedrängten Körnern, zwischen denen man kaum Zwischenräume bemerkt (äußere Körnerschicht nach der einen, äußere Lage der innern Körnerschicht nach der andern Auffassung). In der an die granulirte Schicht anstoßenden Lage andrerseits (innere Körnerschicht der drei Autoren, innere Lage der innern Körnerschicht KRAUSE's) stehen die Körner so locker, dass zwischen ihnen ein Netzwerk von Fasern deutlich zu verfolgen ist. Diese beiden Lagen oder Schichten sind getrennt durch eine dritte (Zwischenkörnerschicht der Autoren außer KRAUSE), welche allerdings gegen keine von ihnen durch eine so gerade verlaufende Linie, wie die äußere der beiden Lagen gegen die Schicht der percipirenden Elemente oder die innere gegen die granulirte Schicht, geschieden und weniger scharf gegen die innere wie gegen die äußere abgesetzt ist, eben weil in der ersteren die Körner nicht so dicht stehen.

Diese trennende Lage oder Schicht, welche an verschiedenen Stellen vereinzelte Kerne enthält, hat bereits in kurzer Entfernung von der Papille eine sehr bemerkbare Ausdehnung, nimmt aber in den peripherischen Theilen der Netzhaut an Dicke zu und ist in der Nähe des Ciliarrandes so mächtig, dass sie sogar die äußere

[1] Der Sehnerv des Aales hat nicht den blättrigen Bau wie der mancher Fische, in hervorragendem Maße der der Salmoniden.

Körnerschicht übertrifft. Das ist aber nur dadurch möglich, dass gleichzeitig die letztere an Stärke abnimmt und zwar in gleichem Verhältnis, so dass, wenn man die Dicke der Netzhautschichten an verschiedenen Stellen misst, die äußere Körnerschicht und die fragliche Zwischenlage zusammen in konstanter Proportion zu der ganzen Netzhaut stehen. Setzt man nämlich den Durchmesser der letzteren gleich 17, so beträgt der der genannten beiden Schichten zusammen fünf (der der Schicht der percipirenden Elemente sechs, der innern Körnerschicht zwei, der übrigen zusammen vier). Ob daraus auf eine nähere Beziehung der äußern Körnerschicht zu der fraglichen Lage zu schließen, diese in zwei differente Bestandtheile zu zerlegen sei, ist Sache eingehender histologischer Untersuchung. Hier soll nur klar gestellt werden, was in vorliegender Arbeit äußere Körnerschicht, Zwischenkörnerschicht, innere Körnerschicht genannt wird.

Berlin, 18. April 1881.

Erklärung der Abbildungen.

Tafel XXVII.

Die Figuren 3, 4 und 6 sind mit Hilfe des Prisma vorgezeichnet.

Fig. 1. Die Glaskörperarterien eines Aales von zwei Pfund, dessen Kopf durch die Aorta mit Berliner Blau injicirt war, dreimal vergrößert; ohne die Kapillaren.

Fig. 2. Die Netzhautvenen aus dem gleichen Auge desselben Aales bis auf kurze Entfernung vom Rande, dreimal vergrößert. Durch die Ausbreitung in eine Ebene nimmt die Figur eine größere Fläche ein wie die vorige. Die beiden Stücke, in welche das Präparat zerrissen ist, sind gegen einander verschoben.

Fig. 3. Venen und Netze von Kapillaren von dem mit *x* bezeichneten Fleck der vorhergehenden Figur, welcher etwa den achtzigsten Theil der Netzhaut bildet, 45mal vergrößert. Das Netz in der äußern Körnerschicht ist heller, die Netze in der innern Körnerschicht dunkler angegeben. Am linken Rande der Figur sind nur die letzteren gezeichnet. Die vom Glaskörper kommenden Gefäße sind an ihren freien Enden häufig erkennbar.

Fig. 4 *a* bis *i*. Theile von senkrechten Schnitten durch die Retina, meist aus peripherischen Partien; von demselben Aale, 45mal vergrößert. Die Nervenfaser-, Ganglienzellen- und granulirte Schicht sind auf der Zeichnung nicht von einander geschieden worden.

Fig. 5. Die centralen drei Viertel der uninjicirten Stämme der Glaskörpergefäße eines Conger vulgaris mit 11,5 cm langem Schädel, etwa $^6/_5$mal vergrößert; Arterien dunkler, Venen blasser.

Fig. 6. Ein Theil der Glaskörpergefäße desselben Präparates, mit etwas mehr als dem letzten Drittel derjenigen Arterien (*A*) und Venen (*V*), deren centrale Partien man auf der linken Seite der Figur 5 sieht, 12mal vergrößert.

Zusatz bei der Korrektur. 14. Jan. 1882. — In späteren Arbeiten hat Denissenko zweimal die Verwechslung zwischen Aal und Karpfen bestätigt (Centralbl. f. die med. Wiss. 1880 No. 48 und Arch. f. mikr. An. XIX. Bd. 1881 Nachschrift), jedoch über den räthselhaften »alten Aal«, der keine Gefäße in der Netzhaut hatte, keine Auskunft gegeben. Sicher ist demnach nur, dass er einen Aal — nämlich den ursprünglich »jungen Karpfen«, nunmehr »jungen Aal«, dem wir aber das »jung« streichen —, wahrscheinlich, dass er auch einen Karpfen untersucht hat. Unerklärt ist es aber geblieben, ob er seine Schlussfolgerungen geändert habe, ja unverständlich, dass er überhaupt Abdrücke der zweiten Mittheilung verschickt hat, in welche einfach Aal für Karpfen hineinkorrigirt war, denn es kann ihm doch unmöglich entgangen sein, dass dadurch seine Beweisführung, auch nur von Seite der Logik betrachtet, jeden Sinn verloren hatte, und seine Stellung zu der Theorie von Krause völlig verändert worden war.

Fig. 1

Fig. 2

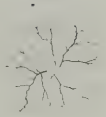


Fig. 5

Fig. 3

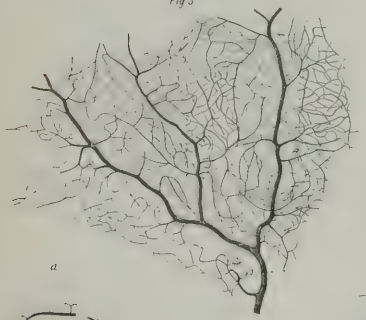


Fig. 6

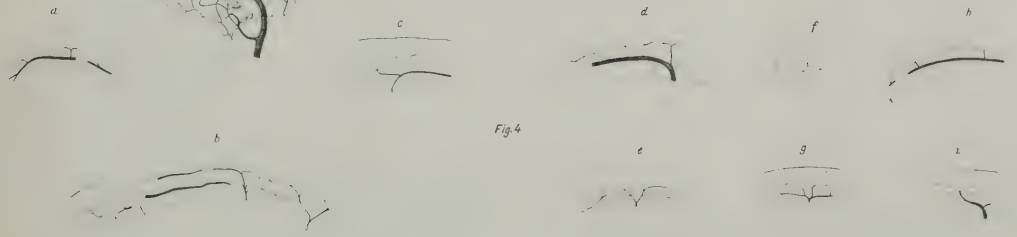


Fig. 4

Verlag von Wilh. Engelmann in Leipzig

Vergleichend-anatomische Studien über das Gehirn des Maulwurfs.

Von

Dr. med. Sigbert Ganser,

Privatdocent an der Universität und Assistenzarzt an der Kreisirrenanstalt zu München.

Mit Tafel XXVIII—XXXII.

Litteratur-Verzeichnis.

Arndt, Rud., Studien über die Architektonik der Großhirnrinde des Menschen. M. Schultze's Arch. Bd. III.

Arnold, Handbuch der Anatomie des Menschen. Freiburg 1851. Bd. II.

Boll, Fr., Die Histiologie und Histiogenese der nervösen Centralorgane. Arch. f. Psych. u. Nervenkrh. Bd. IV.

Burdach, Vom Baue und Leben des Gehirns. Bd. II. Leipzig 1822.

Deiters, Otto, Untersuchungen über Gehirn und Rückenmark des Menschen und der Säugethiere. Braunschweig 1865.

Eichhorst, Über die Entwicklung des menschlichen Rückenmarkes und seiner Formelemente. Virchow's Arch. Bd. LXIV Heft 4.

Forel, Aug., I. Beitrag zur Kenntnis des Thalamus opticus und der ihn umgebenden Gebilde bei den Säugethieren. Diss. inaug. Zürich 1872; aus dem LXVI. Bd. der Sitzb. d. k. Akadem. der Wissensch. III. Abth. Juni-Heft 1872. Wien.

II. Untersuchungen über die Haubenregion etc. Arch. f. Psych. u. Nervenkrh. Bd. VII.

Ganser, S., Über die vordere Hirnkommissur der Säugethiere. Arch. f. Psych. u. Nervenkrh. Bd. IX.

Gerlach, I. Mikroskopische Studien aus dem Gebiete der menschlichen Morphologie. Erlangen 1858.

II. Über die Struktur der grauen Substanz des menschlichen Großhirns. Centralbl. f. d. medic. Wissensch. 1872. Nr. 18.

v. Gudden, I. Über einen bisher noch nicht beschriebenen Nervenfaserstrang im Gehirn der Säugethiere und des Menschen. Arch. f. Psych. und Nervenkrh. Bd. II. pag. 365.

v. Gudden, II. Experimentaluntersuchungen über das peripherische und centrale Nervensystem. Arch. f. Psych. u. Nervenkrh. Bd. II. pag. 693.

III. Über die Kreuzung der Fasern im Chiasma Nervorum opticorum. v. Graefe's Arch. f. Ophthalm. XX. 2.

IV. Über die Kreuzung der Nervenfasern im Chiasma Nervorum opticor. v. Graefe's Arch. f. Ophthalm. XXV. 1.

V. Mittheilung über das Ganglion interpedunculare. Arch. f. Psych. u. Nervenkrh. Bd. XI. pag. 424.

VI. Beitrag zur Kenntnis des Corpus mammillare und der sogenannten Schenkel des Fornix. Arch. f. Psych. u. Nervenkrh. Bd. XI. pag. 428.

VII. Über den Tractus peduncularis transversus. Arch. f. Psych. u. Nervenkrh. Bd. XI. pag. 415.

Henle, Handbuch der Nervenlehre des Menschen. Braunschweig. 1871. Bd. III.

Hubrich, Über ein eigenthümliches Verhalten der grauen Gehirnsubstanz gegen Wasser. Zeitschr. f. Biologie. Bd. II.

Kadyi, H., Über das Auge des Maulwurfs in vergleichend-anatomischer Beziehung. Denkschriften der Akademie der Wissensch. in Krakau. IV. Bd. 1878 (Polnisch). Referat von Mayzel in d. Jahresberichten d. Anatomie u. Physiologie v. Hofmann und Schwalbe. Bd. VII. pag. 389.

Kölliker, Handbuch der Gewebelehre des Menschen. Leipzig 1867.

Koschennikoff, Achsencylinderfortsatz der Nervenzellen aus der Großhirnrinde. M. Schultze's Arch. Bd. V.

Krueg, J., Über die Furchen auf der Großhirnrinde der zonoplacentalen Säugethiere. Zeitschr. f. wissensch. Zoolog. Bd. XXXIII.

Kupffer, G., De cornus ammonis textura disquisitiones praecipue in cuniculis institutae. Diss. inaug. Dorpati Livon. 1859.

Leydig, Lehrbuch der Histologie.

Meynert, Th., I. Der Bau der Großhirnrinde und seine örtlichen Verschiedenheiten etc. Vierteljahrsch. f. Psych. Neuwied u. Leipzig, 1867, Heft I u. II.

II. Vom Gehirne der Säugethiere. Stricker's Handbuch d. Lehre von d. Geweben.

v. Mihalkovics, Entwicklungsgeschichte des Gehirns. Leipzig 1877.

Pansch, Ad., Beiträge zur Morphologie des Großhirns der Säugethiere. Leipzig 1879.

Reichert, Der Bau des menschlichen Gehirns. Leipzig 1861.

Schnopfhagen, Beiträge zur Anatomie des Sehhügels und dessen nächster Umgebung. Sitzber. der k. Akad. d. Wissensch. Abth. III. Okt.-Heft. 1877. Wien.

Semper, K., Die natürlichen Existenzbedingungen der Thiere. 1880. Bd. I.

Stieda, I. Studien über das centrale Nervensystem der Wirbelthiere. Leipzig. 1870.

II. Studien über das centrale Nervensystem der Vögel u. Säugethiere. Leipzig 1868.

Tartuferi, Le eminenze bigemine anteriori ed il tratto ottico della talpa europea. Estratto dalla Rivista sperimentale di freniatria e medicina legale. Reggio-Emilia, Giugno 1878.

Wernicke, I. Zur Gehirnanatomie. Vortrag in d. Verhandl. der physiol. Gesellsch. z. Berlin 1879/80. Nr. V.
II. Lehrbuch der Gehirnkrankheiten für Ärzte und Studirende. Bd. I. Kassel 1881.

Das Material zur vorliegenden Arbeit bildeten außer makroskopischen und Injektionspräparaten in erster Linie vier von mir angefertigte und größtentheils mit Karmin gefärbte Schnittreihen durch Maulwurfgehirne, von welchen zwei in frontaler, je eine in sagittaler und horizontaler Richtung angelegt waren.

Sehr bald überzeugte ich mich, dass die Karminfärbung auch bei der sorgfältigsten Anwendung bewährter Härtungs- und Tinktionsmethoden bei meinem Objekte weniger gute Resultate liefert, als beim centralen Nervensystem höher stehender Thiere. Der Grund liegt theils in der durchgehenden Feinheit der Nervenfasern des Maulwurfgehirnes, theils in dem großen Reichthum an bindegewebiger Stützsubstanz. Beide Umstände beeinträchtigen die sonst so klare Differenzirung der Elemente durch Karmin sehr erheblich.

Dagegen habe ich in der koncentrirten Lösung der Osmiumsäure, wie sie meines Wissens zuerst von Tartuferi beim centralen Nervensystem angewendet worden ist, ein Reagens erprobt, welches für die Verfolgung der Fasern ungleich mehr leistet als Karmin und zuverlässiger ist, als das launische Goldchlorid. Die Kleinheit meines Objektes gestattete mir eine sehr ausgedehnte Anwendung der Osmiumsäure und so habe ich nach der Methode, welche ich unten angeben werde, zahlreiche Osmiumpräparate vom Maulwurf, der Feld- und Fledermaus angefertigt, welche ununterbrochene Reihen durch einzelne Theile des Gehirnes bildeten und oft bis zu 80 Nummern zählten. Diese Präparate haben mir über manche Verhältnisse Klarheit verschafft, bei welchen Karminfärbung mich vollständig im Stiche ließ.

Für einen großen und gerade besonders werthvollen Theil meines Untersuchungsmateriales bin ich Herrn Professor von Gudden zu außerordentlichem Danke verpflichtet. Es war mir gestattet von der reichen Sammlung des hiesigen Institutes den ausgedehntesten Gebrauch zu machen: dadurch war mir einmal die vergleichend-anatomische Behandlung des Gegenstandes wesentlich erleichtert, sodann aber war ich in den Stand gesetzt, mich von den Effekten experimenteller Eingriffe ins Gehirn durch eigene Anschauung zu

überzeugen: wie sehr dies meiner Auffassung zu Statten kam, davon giebt der Text meiner Arbeit an manchen Stellen Zeugnis: selbstverständlich kamen für mich nur solche Experimente in Betracht, deren Resultate durch Herrn Professor von Gudden bereits veröffentlicht sind, wie dies aus den Citaten hervorgeht.

Unter den Präparaten der Sammlung muss ich zwei Frontalschnittreihen von Kaninchengehirnen und eine dessgleichen vom Igelgehirn eigens hervorheben; als Serienschnitte möchten sie wegen der durchgehenden Vollendung ihrer Goldtinktion zu den Seltenheiten gehören. Diese drei Reihen wurden vor Jahren von Herrn Professor von Gudden aus freier Hand geschnitten: alle anderen mikroskopischen Präparate, welche ich untersucht habe, waren theils mittels des Gudden'schen, theils mittels des kleinen Forel'schen (Hand-) Mikrotomes angefertigt.

Das letztere kam in Anwendung bei der Herstellung der Osmiumpräparate; das Verfahren, welches ich hierbei geübt habe, ist folgendes: Ich pflege, während die Thiere von Chloroform tief betäubt sind, die Schädelkapsel rasch zu erbrechen, und das Gehirn mit einer Schere in Frontalabschnitte von etwa 3 mm Dicke zu zerlegen, diese durch 24 Stunden in zweiprocentiger wässriger Lösung von Osmiumsäure zu färben und dann mit Wasser abgespült, in absolutem Alkohol vollends zu erhärten. Ist dies geschehen, so bettet man die Blöcke am besten mittels einer aus Wallrath (4 Theile) und Ricinusöl (1 Theil) bestehenden Masse in einem Mikrotom ein, schneidet sie unter absolutem Alkohol, spült die Schnitte mit der Aufhellungsflüssigkeit (4 Theile Terpentinöl und 1 Theil Kreosot) auf den Objektträger hinüber und schließt sie mit Kanadabalsam ein, sobald die Einbettungsmasse gelöst und das Präparat völlig durchsichtig geworden ist.

Ich kann es empfehlen die Blöcke nach der Behandlung mit Osmiumsäure längere Zeit, bis zu zwei Monaten in häufig erneuertem absolutem Alkohol liegen zu lassen: die Präparate werden dann haltbarer, indem sich der Kontrast zwischen den intensiv geschwärzten Fasern und dem gelbbräunlichen Hintergrunde mit der Zeit nur wenig mehr verwischt. Immer ist es gut, die Präparate sobald als möglich nach der Anfertigung zu studiren und eventuell zu zeichnen, da auch die besten allmählich an Prägnanz verlieren.

Die Arbeit zerfällt in eine makroskopische und eine mikroskopische Beschreibung. Während die erstere sich auf das ganze Gehirn und verlängerte Mark erstreckt, befasst sich die zweite nur mit

dem Großhirn und lässt auch von diesem den Fuß und die Haube des Hirnschenkels so wie den hinteren Zweihügel unerörtert. Der Anordnung des Stoffes habe ich dabei weder irgend eine schematische noch die entwicklungsgeschichtliche Auffassung des Gehirnbaues zu Grunde gelegt: er ist lediglich nach topographischen Gesichtspunkten disponirt.

Von den Hemisphären ausgehend, beschreibe ich zuerst die Rinde nach ihrer Verschiedenheit in sieben Regionen, sodann die Marksubstanz (Stabkranz, Balken, äußere Kapsel, vordere Kommissur und Gewölbe) und gehe dann zu den großen basalen Ganglien (Schweifkern, Linsenkern, Mandelkern) und den von ihnen eingeschlossenen Markmassen (innere Kapsel, Stria terminalis) über. Es folgt die Beschreibung der Sehhügelgegend, und zwar zunächst des Sehhügels selbst, dann jenes Fasersystemes, dessen Mittelpunkt das Ganglion habenulae und Ganglion interpedunculare bilden (Taenia thalami, MEYNERT'sches Bündel), — dann der Regio subthalamica, des Corpus mammillare, endlich des Sehnervs und dessen Chiasma.

An diesen Abschnitt reihen sich, entsprechend dem Verlaufe des Tractus opticus, die Kniehöcker und der vordere Zweihügel: eine kurze Besprechung findet zuletzt das centrale Höhlengrau.

Zur topographischen Orientirung habe ich die HENLE'schen Bezeichnungen medial und lateral, so wie die von FOREL in die Hirnanatomie eingeführten Termini ventral und dorsal angewendet: ventral charakterisirt einen Theil als in der Nähe der Hirnbasis, dorsal als in der Nähe der Konvexität gelegen. Danach konnte ich die Bezeichnungen vorn und hinten im Sinne der alten Autoren gebrauchen, ohne Missverständnisse zu befürchten.

Um den Charakter der Fasern zu bezeichnen, habe ich mich der Terminologie von MEYNERT bedient[1], ohne mich damit den Einzelnheiten seiner Hypothese anzuschließen.

Danach giebt es im Gehirn Kommissuren-, Associations- und Projektionsfasern. Die Kommissuren verbinden identische Punkte beider Hirnhälften, die Associationsfasern differente Bezirke einer und derselben Hemisphäre; die Projektionsfasern verknüpfen Theile, welche zu einander in einem durch den Gang der Erregung bestimmten Abhängigkeitsverhältnisse stehen; je nachdem sie während ihres Verlaufes auf die andere Seite übergehen, oder auf derselben Seite bleiben, sind sie gekreuzt oder ungekreuzt. —

[1] a. a. O. II. pag. 698.

Einen wesentlichen Theil der Arbeit bilden die Abbildungen. So weit sie Schnitte darstellen, wurden sie (mit Ausnahme der Fig. 8) in der Weise angefertigt, dass in die mittels einer Camera obscura entworfenen Umrisse von Karminpräparaten die Details des Faserverlaufes nach Osmiumpräparaten eingezeichnet wurden, wobei ich mich bemüht habe, so weit es die geringe Vergrößerung gestattete, ein möglichst getreues Bild des Objektes zu liefern.

I. Theil.

Makroskopische Beschreibung.

Das Gehirn des Maulwurfs zeigt in der dorsalen Ansicht (Fig. 1) ganz vorn die beiden Riechkolben (Bulbi olfactorii), durch eine Querspalte von ihnen getrennt die beiden Hemisphären des Großhirns und ganz hinten das Kleinhirn, welches das verlängerte Mark nicht völlig bedeckt.

Die Hemisphären haben bei geringer Wölbung annähernd dreieckige Umrisse mit stark abgerundeten Winkeln; mit dem medialen Rand, welcher als Bogenwulst (Gyrus fornicatus) aufzufassen ist, liegen sie einander an, durch die dorsale Längsspalte (Fissura longitudinalis dorsalis [1]) geschieden. Der hintere Rand ist nichts Anderes als derjenige Theil des Bogenwulstes, welcher unter dem Namen des Gyrus hippocampi oder Subiculum cornu ammonis bekannt ist [2]. Er liegt zur Hälfte an der dorsalen, zur Hälfte an der ventralen Fläche des Gehirns. An der dorsalen bildet er mit dem der anderen Seite einen stumpfen Winkel, in welchen sich das Kleinhirn hineinlegt, geht demgemäß nach hinten und lateralwärts, krümmt sich dann hakenförmig um die Seite des Stammhirns herum und verläuft an der Basis schräg nach vorn und medialwärts. Es ist gut, den beschriebenen Verlauf des Gyrus hippocampi festzuhalten; in der ganzen Ausdehnung desselben bildet nämlich der Hirnmantel eine breite Duplikatur, welche ich später als Ammonshorn genauer werde zu beschreiben haben.

Drängt man die Bogenwülste aus einander, so sieht man, dass

---

[1] Fissur. longitudin. superior der Autoren.

[2] Vgl. über die Nomenclatur Arnold a. a. O. pag. 730.

der Balken sich nur im Bereich der mittleren $^2/_4$ derselben ausspannt. Am vorderen Viertel sind die Spitzen der Hemisphären völlig bis an die Basis von einander geschieden. Sie zeigen kaum andeutungsweise einen Umschlag gegen die ventrale Fläche, wie die Gehirne höherer Säuger und diese Thatsache findet am Balken ihren Ausdruck im Mangel des Knies. Dagegen hat der Balken einen Wulst (Splenium corporis callosi), entsprechend der Duplikatur, welche das Ammonshorn bildet.

Die Hemisphären sind äußerlich fast ganz ungegliedert: nur zwei seichte Furchen sind vorhanden, von welchen die eine (*Gf*) mit ihrem vorderen Theil in Fig. 5, mit ihrem hinteren Theil in Fig. 1 sichtbar ist. Sie beginnt in der Spalte zwischen Riechkolben und Hemisphäre, zieht am Seitenrand der letzteren, ziemlich der äußeren Kontur von Fig. 1 entsprechend nach hinten, wendet sich dann mehr gegen die Konvexität und medialwärts: dies ist die Grenzfurche des Lobus olfactorius[1].

In der ventralen Ansicht (Fig. 2) imponiren zunächst die Riechkolben durch ihre verhältnismäßige Größe: ihr Längendurchmesser beträgt mehr als ein Dritttheil der Hemisphärenlänge. Sie sind an ihrer ventralen Fläche rauh, von etwas lockerem Gefüge, bedeckt mit Resten der abgerissenen Rami olfactorii: ihre seitliche und dorsale Oberfläche ist glatt. Gleich hinter denselben, scharf abgesetzt, liegen zwei rundliche Höcker, welche halbkugelig vorspringen. Sie werden gebildet durch einen Theil der Hirnrinde, welche hier eine ganz eigenartige Entwicklung zeigt und wie eine dicke Kappe die Köpfe der Streifenhügel überzieht. Bei keinem mir bekannten Säuger sind sie relativ so groß und so scharf begrenzt, wie beim Maulwurf und Igel. Bei der Mehrzahl der übrigen Säuger stellen sie wenig auffallende Erhebungen der Rinde dar, welche wegen ihrer undeutlichen Umgrenzung gewöhnlich von den sog. Lobi pyriformes nicht getrennt werden, deren hintersten Theil sie zu bilden scheinen. Die Verschiedenheit der mikroskopischen Struktur dagegen, wesentlicher als die makroskopische Umgrenzung nöthigt, die Rinde am Kopf des Streifenhügels als eine eigene Region aufzustellen und zu beschreiben.

Am lateralen Rand wird sie wie umklammert vom Tractus olfactorius. Dieser tritt aus der Spalte zwischen Riechkolben

[1] Vgl. Pansch, a. a. O. pag. 7. Nach J. Krueg (a. a. O. pag. 610 und Wilder) heißt sie Fissura rhinalis.

und Hemisphäre hervor und zieht in leichtem Bogen nach hinten, mit letzterer verwachsen. Durch beständige Faserabgabe an die Rinde wird er während dieses Verlaufes immer schmaler und dünner. Es bleibt zuletzt ein kleiner Rest desselben, welcher sich dicht hinter dem Kopf des Streifenhügels auf einmal in die Rinde einsenkt. Beim Igel und bei der Ratte markirt sich die homologe Rindenpartie, welche den Rest des Tractus olfactorius aufnimmt, als ein rundes, vorspringendes Knöpfchen; beim Maulwurf und bei der Maus tritt sie nicht plastisch hervor, ist aber ausgezeichnet durch eine umschriebene, ziemlich mächtige Ansammlung von kleinen pyramidenförmigen Zellen (Fig. 14 und 15 *t. ol. K.*). Die meisten Fasern verlassen den Tractus olfactorius unter spitzem Winkel, ziehen lateralwärts und nach hinten und bedecken die Rinde in großer Ausdehnung mit einer dünnen mattweißen Markschicht, welche schon mit bloßem Auge sichtbar ist. So weit sich dieselbe erstreckt, zeigt die Rinde nach Größe und Anordnung der Formelemente eine Struktur, welche charakteristisch ist für den Bezirk, welchen man Lobus pyriformis nennt. Bestimmt man nach den angegebenen Kriterien die Grenzen desselben, so nimmt er die ganze Seitenfläche der Hemisphäre ein, und die ventrale Fläche fast ganz mit Ausnahme des Gyrus hippocampi, reicht nach vorn bis in die Spitze, nach hinten fast bis an den hinteren Rand derselben, dorsal bis an die »Grenzfurche«, ventral bis an den Kopf des Streifenhügels.

Die Rinde am Kopf des Streifenhügels sammt dem Lobus pyriformis fasse ich zusammen unter dem längst gebräuchlichen Namen des Lobus olfactorius. Die Beziehung des Lobus pyriformis zum Geruchssinn ist beim Maulwurf durch den aus dem Tractus olfactorius stammenden Marküberzug genügend manifestirt; dagegen ist für die Rinde am Kopf des Streifenhügels die gleiche Beziehung beim Maulwurf und Igel makroskopisch schwerer zu erweisen als bei anderen Säugern z. B. dem Schwein, bei welchem mächtige Faserzüge aus dem Tractus olfactorius auch auf diesen Rindenbezirk übergehen. Dagegen wird sich bei der mikroskopischen Untersuchung zeigen, dass die gewebliche Verwandtschaft der Rinde des Streifenhügelkopfes mit dem Bulbus olfactorius größer ist als die des Lobus pyriformis.

Es ist eine vergleichend-anatomisch leicht zu konstatirende Thatsache, dass der Bezirk, welchen ich soeben als Lobus olfactorius abgegrenzt habe, desto größer ist, je mächtiger der Bulbus olfactorius und darin liegt wieder ein Beweis seiner engen Beziehung

zu demselben, wie auch eine Rechtfertigung seiner Benennung. Dieses Verhältnis wird besonders deutlich bei jenen Thieren, bei welchen die Prävalenz des Geruchssinnes mit einer größeren oder geringeren Verkümmerung anderer Sinnesorgane und in Folge dessen mit einer Verkümmerung, der von diesen vorzugsweise erregten Rindenabschnitte einhergeht. Gerade der Maulwurf liefert hierfür ein recht prägnantes Beispiel: die Lobi olfactorii repräsentiren beinahe die Hälfte seiner ganzen Großhirnrinde. Dieses interessante Verhältnis, welches nur noch beim Igel stärker ausgeprägt ist, kommt nicht nur durch die enorme Entwicklung der Riechgegend zu Stande, sondern durch die gleichzeitige Verkümmerung der gesammten übrigen Hemisphäre, ausgenommen das Ammonshorn. Ist schon die Partie, welche etwa dem Hinterhauptslappen höherer Säuger entsprechen könnte, sehr klein, so fehlt der Unterlappen ganz; von einer Sylvischen Spalte ist keine Spur vorhanden.

Der ventrale Theil des Riechlappens hat eine eigenthümliche Konfiguration: er zeigt nämlich in seiner mittleren Partie eine Impression, welche ringsum von niedrigen Wülsten umzogen ist. Die vertiefte Stelle ist lanzenförmig konturirt und entspricht der Ausdehnung, in welcher der Mandelkern der Rinde anliegt. Der Wulst an der medialen Seite ist der Gyrus hippocampi: sein vorderes Ende zeigt eine rundliche Anschwellung. Entlang dem medialen Rand des Gyrus hippocampi und sein vorderes Ende überragend zieht sich in ziemlicher Breite ein rindengrauer Saum, wie eine eigene Hirnwindung; dies ist die Fascia dentata Tarini, ein Theil des Ammonshornes; vom Gyrus hippocampi ist sie geschieden durch die Fissura hippocampi.

Indem die Köpfe der Streifenhügel in der Mittellinie aus einander weichen, lassen sie Raum für ein dreieckiges Feld grauer Substanz, welches hinten begrenzt wird durch die Tractus optici: es ist die von Stieda so benannte Substantia cinerea anterior. Dieselbe setzt sich, durch den Tractus opticus nur oberflächlich abgegrenzt, fort in das Tuber cinereum. Dieses bildet den Boden des III. Hirnventrikels und trägt in seiner Mitte den Stiel des abgerissenen Hirnanhanges Hypophysis cerebri. Das Tuber cinereum ist im Ganzen kugelförmig. Nach hinten schließen sich an dasselbe die Corpora mammillaria. Nur ein kleiner Theil derselben ist äußerlich sichtbar, die Hauptmasse steckt im Grau des Tuber einer. resp. des III. Ventrikels. Was man von außen sieht, bildet einen schmalen Rand des Tuber einer. mit einer kleinen Einkerbung in

der Mitte und je einem kleinen, in die graue Substanz eingebetteten weißen Knöpfchen auf jeder Seite.

Die Tractus optici treten etwa 0.5 mm breit zwischen Hemisphäre und Stammhirn hervor, ziehen in regelmäßigem Bogen quer über das Tuber cinereum, wobei sie allmählich schmäler werden, und vereinigen sich in der Mittellinie; gleichzeitig entsenden sie die beiden Sehnerven, Fädchen, die man mit bloßem Auge kaum sieht. Ihre Durchkreuzung im Chiasma macht daher keine sichtbare Anschwellung. Vergleicht man das Kaliber von Tractus und Nervus opticus, so wird sofort klar, dass der letztere an der Bildung des ersteren sehr wenig Antheil haben kann; der weitaus größte Theil des Tractus opticus, so weit er in Fig. 2 zu Tage liegt, ist nichts Anderes als die Commissura inferior cerebri von Gudden. Bei den Thieren mit ausgebildeten Gesichtsnerven ist bekanntlich diese Kommissur nicht von den Sehfasern des Tractus opticus zu trennen; sie kommt erst isolirt zum Vorschein, wenn, wie es in den Gudden'schen Experimenten geschah, durch Enucleation beider Bulbi oculi die Sehnervenfasern zur Atrophie gebracht worden sind. Fast das gleiche Verhältnis zeigt der Maulwurf in Folge der Verkümmerung seines Gesichtssinnes im natürlichen Zustand, was schon von Gudden und Forel betont wurde.

An ganz frischen Gehirnen oder an solchen, die höchstens einen Tag in Lösung von doppelt chromsaurem Kalium gelegen haben, sieht man schon mit unbewaffnetem Auge, besser natürlich mit der Lupe, direkt hinter dem Tractus opticus ein feines Bündelchen von Nervenfasern durch das Grau des Tuber einer. durchscheinen. Dasselbe verläuft, so weit der Tractus opticus frei am Tage liegt, demselben ziemlich parallel; drängt man aber die Spitzen der Gyri hippocampi etwas ab, so kann man sehen, wie dieses Bündel beiderseits bis über den medialen Rand des Hirnschenkelfußes verläuft, in welchen es eintritt. Die mikroskopische Untersuchung bestätigt dies. Einige Mal konnte ich dasselbe nicht so weit lateralwärts verfolgen: es schien vielmehr sich vom Tractus opticus der einen Seite abzulösen, um in ganz flachem Bogen die Mittellinie zu überschreiten und sich mit dem Tractus der anderen Seite zu vereinigen. Dies ist, wie gesagt, nur scheinbar. Das Bündel hat keine direkte Beziehung zum Tractus opticus: es ist die Meynert'sche Kommissur im Grau des III. Ventrikels nicht zu verwechseln mit der oben beschriebenen Commissura infer. cerebri von Gudden. Das Nähere über beide bei der mikroskopischen Untersuchung.

Wenn man, um den Tractus opticus ganz zu überschauen, einen Theil des Hirnmantels abträgt, wie es in Fig. 5 dargestellt ist, so sieht man, wie derselbe quer über den Fuß des Hirnschenkels hinzieht, anscheinend immer dünner wird und am lateralen Rand desselben für das Auge vollkommen verschwindet. Er verhält sich also scheinbar ganz anders als bei den meisten anderen Säugern. Bei diesen wird bekanntlich der Tractus opticus in seinem Verlauf immer stärker, überzieht als dickes Marklager die Kniehöcker und reicht bis zum vorderen Zweihügel. Dieser Unterschied beruht darauf, dass der Tractus opticus des Maulwurfs, wie bereits gesagt wurde, fast nichts Anderes ist, als Commissura inferior cerebri: die übrigen [1], bei den meisten Säugern sehr mächtig entwickelten Theile desselben sind beim Maulwurf so rudimentär, dass sie nur bei der mikroskopischen Untersuchung wahrgenommen werden.

Die Längsachse des Gehirnes ist gerade hinter dem Corpus mammillare winkelig geknickt: gleicht man diese Knickung aus, so bringt man die in der Tiefe versteckten Theile zur Anschauung: die beiden divergirenden Hirnschenkelfüße und ein zwischen denselben gelegenes graues Knötchen, das Ganglion interpedunculare. Bei stärkerem Auseinanderdrängen spannen sich zwischen den beiden Hirnschenkeln und parallel mit ihnen zwei schmale Faserzüge an, welche vom Ganglion interpedunculare nach vorn ziehen und etwas divergiren; es sind die MEYNERT'schen Bündel.

Der Nervus oculomotorius und trochlearis fehlt, — eben so das bei den meisten Säugern vorhandene Faserbündel, welches vor dem vorderen Zweihügel entspringt und ventralwärts quer über den Hirnschenkel zieht, der Tractus peduncularis transversus von GUDDEN [2].

Der Fuß des Hirnschenkels zeigt beim Maulwurf eine Auflagerung, welche meines Wissens bis jetzt noch nicht beschrieben ist. Sie gelangt am besten zur Anschauung an einem Präparate, wie es Fig. 5 darstellt. Der Hirnschenkelfuß tritt als schmales, weißes Faserbündel aus der Brücke hervor, verbreitert sich fächerförmig, um nach ganz kurzem Verlauf unter einer Anhäufung grauer Substanz zu verschwinden. Diese bildet einen mit bloßem Auge wohl sichtbaren ovalen Höcker, welcher mit seinem größten Durchmesser quer gestellt ist und die ventrale Fläche des Pes pe-

[1] Vgl. pag. 608 Stiel des lateralen Kniehöckers.
[2] a. a. O. I u. VII.

dunculi beiderseits überragt. Sind die Theile in ihrer natürlichen Lage, so füllt dieser Höcker den Raum zwischen Brücke, Corpus mammillare und Rand der Fascia dentata völlig aus. Außer beim Maulwurf finde ich denselben noch bei der Fledermaus und dem Igel: Herr Dr. Mayser hat ihn später noch beim Kalb und beim Reh nachgewiesen; die übrigen Thiergehirne, welche ich darauf untersuchte, zeigten keine Spur von diesem Ganglion. Für ein solches halte ich den beschriebenen Körper, da die mikroskopische Untersuchung Nervenzellen und markhaltige Nervenfasern, allerdings in spärlicher Zahl darin nachweist. Ich nenne es Ganglion infrapedunculare[1]. Oberhalb desselben tritt der Hirnschenkelfuß wieder frei zu Tage, als mehr flächenhaft in die Breite ausgedehntes Faserbündel, um kurz vor seinem Eintritt in die Tiefe des Stammhirnes vom Tractus opticus umgürtet zu werden.

Um die Formverhältnisse im Innern des Großhirns zu zeigen, habe ich die Figuren 3, 4 und 5 angefertigt.

Präparirt man schichtenweise die Rinde von der Konvexität ab bis zum Niveau des Balkens, so gelangt man auf die Markmasse, welche im Verhältnis zur Rinde ziemlich dünn erscheint. Die vordersten Fasern des Balkens verlaufen in einem nach vorn offenen Bogen aus einer Hemisphärenspitze in die andere: man bezeichnet sie als Forceps minor, wie diejenigen, welche vom Balkenwulst in die hinteren Theile der Hemisphären ziehen, Forceps major und die vom Körper ausgehenden Tapetum genannt werden. Diese Namen haben wenig Werth weil die Balkenfaserung nirgends isolirt verläuft, sondern an allen Stellen von Fasern ganz verschiedenen Charakters durchsetzt ist.

Nimmt man die Markmasse vorsichtig fort, so erhält man das Präparat, welches Fig. 3 vorstellt. Man sieht hier die Seitenventrikel geöffnet, einen Theil der Streifenhügel, zwischen denselben durch Spalte getrennt den unpaaren Körper des Gewölbes mit dem

---

[1] Das Ganglion infrapedunculare besteht zum größten Theil aus einfacher Bindesubstanz mit reichlichen Bindegewebskörperchen von etwa 5 μ Durchmesser und zarten Fortsätzen. In dieser Bindesubstanz, welcher das Ganglion seine durchscheinende Beschaffenheit verdankt, liegen relativ wenige Zellen, welche ich nach ihrer Form als Ganglienzellen anspreche; sie haben ganz den Charakter der an dieser Stelle im Querschnitt des Pes pedunculi eingeschlossenen, großen, schönen Nervenzellen; außer diesen enthält das Ganglion spärliche, wie es scheint markhaltige Nervenfasern.

Septum pellucidum, welcher vorn mit der medialen Rinde der Hemisphäre, hinten mit den Ammonshörnern in Verbindung steht. Diese, als Theile des Hirnmantels, will ich zunächst beschreiben.

Um die morphologische Beschaffenheit des Ammonshornes klar zu machen, kann man einer schematischen Darstellung nicht wohl entrathen. Man muss sich denken, dass der Hirnmantel mit seinem ganzen hinteren Rand, dessen Verlauf ich oben beim Gyrus hippocampi beschrieben habe, sich gegen seine ventrale Fläche umschlägt. Er bildet so eine breite, nach innen geschlagene Krämpe, welche ich »das oberflächliche Blatt des Ammonshornes« (Lamina superficialis cornu ammonis) nennen will: zwischen diesem und dem Hirnmantel entsteht, wie beim Falten eines Tuches eine Spalte: das Unterhorn des Seitenventrikels. Dabei behält es aber nicht sein Bewenden, sondern das oberflächliche Blatt bildet für sich noch eine zweite Duplikatur, indem es sich wieder nach außen umfaltet. Dieses »tiefe Blatt des Ammonshornes« wird an seinem Rand eingefalzt von der Fascia dentata und verwächst mit dem oberflächlichen im Bereich der an einander liegenden Flächen. Auf dem Querschnitt (Figur 4) kann man sich demnach das Ammonshorn vorstellen als ein S, dessen oberer Schnabel sich in den Hirnmantel fortsetzt; der untere Schnabel wird umsäumt von der Fascia dentata und bildet mit dem Mittelstück zusammen das Ammonshorn. Der Vorgang der Umrollung nach ein- und wieder nach auswärts findet am ganzen hinteren Rand des Hirnmantels statt: wenn man den Verlauf des Gyrus hippocampi, wie ich ihn pag. 596 beschrieben habe, festhält, so ist es klar, dass das Ammonshorn und mit ihm das Unterhorn des Ventrikels dorsal bis zur Mittellinie und, indem es sich um die Seite des Hirnstammes herumkrümmt, ventral bis zur Spitze des Gyrus hippocampi reicht. Zum Verständnis der Schnittpräparate (Fig. 19, 20 und 21) ist es nothwendig, sich diese Verhältnisse zu vergegenwärtigen.

Die Fascia dentata hat am Maulwurfgehirn eine auffallende Entwicklung; sie ist stärker als an irgend einem mir bekannten Thiergehirn. Nur beim Igel und der Fledermaus, welch' letztere sich durch die außerordentliche, relative Größe des Ammonshornes auszeichnet, finde ich ein annähernd ähnliches Verhältnis. Schon an der Basis des Gehirnes sahen wir sie den Gyrus hippocampi überragen. Indem sie dem Ammonshorn folgt, zieht sie, wie eine eigene Hirnwindung, bis unter den Balkenwulst. Hier endet sie.

indem sie den medialen Rand vom tiefen Blatt des Ammonshornes umsäumt[1].

Die Konfiguration des Querschnittes vom Ammonshorn geht am besten aus der Figur 4 hervor, welche mir in diesem Punkte einer weiteren Erklärung nicht zu bedürfen scheint. In der Fig. 3 präsentirt das Ammonshorn nur den dorsalen Theil seiner dem Ventrikel zugewendeten Oberfläche. Als ein Theil des Hirnmantels bekommt es auch seine Markfasern aus dem Stabkranz und dem Balken; diese überziehen die Ventrikeloberfläche desselben in zierlichen Spiraltouren und bilden so eine dünne Lage weißer Substanz, welche den Namen Muldenblatt (alveus) führt.

Der zweite Umschlag des Ammonshornes (die Lamina profunda c. a.) ist dem Sehhügel zugewendet; an seiner Oberfläche sammelt sich ein Faserbündel, die Fimbria, welche in ihrem Verlauf vom ventralen bis zum dorsalen Ende des Ammonshornes konstant an Dicke zunimmt, indem sie aus der Rinde desselben beständig Zuzug bekommt. Am dorsalsten und zugleich medialsten Theil des Ammonshornes angelangt, hat die Fimbria ihre größte Mächtigkeit erlangt und tritt von der Hirnrinde ab, als Schenkel des Gewölbes (Crus fornicis).

Die Schenkel des Gewölbes verlaufen konvergirend nach vorn und etwas ventralwärts: zwischen ihnen und den Ammonshörnern liegt das Psalterium, ein beiläufig dreieckiges Feld von Querfasern, welche die Ammonshörner mit einander austauschen. Das Psalterium und die Crura fornicis bilden zusammen den Körper des Gewölbes. Dieser hat jederseits einen Belag von grauer Substanz: die durchsichtige Scheidewand (Septum pellucidum), welche nach vorn kontinuirlich in die mediale Rinde der Hemisphärenspitzen übergeht. Gewölbe und durchsichtige Scheidewand bilden zusammen ein vierseitiges Prisma, welches nach vorn ziemlich hoch, aber schmal, gegen das Ammonshorn zu aber immer niedriger und dabei breiter wird. Fornixkörper und Septum pellucidum sind in der ganzen Ausdehnung, welche Fig. 3 zeigt, an die ventrale Balkenfläche geheftet. Somit sind nur die lateralen und die ventrale Fläche des von ihnen gebildeten prismatischen Körpers frei, die ersteren den Streifenhügeln, die letztere dem Sehhügel zugekehrt.

In Figur 4 erscheint der größere Theil des Ammonshornes

[1] Vgl. über das Ende der Fascia dentata unten pag. 637 ff.

abgetragen und man sieht jetzt die Stammganglien, so weit sie überhaupt mit freier Oberfläche zu Tage treten.

Die geschwänzten Kerne sind sehr schräg gestellt, so dass ihre Längsdurchmesser fast einen rechten Winkel mit einander bilden. Ihr medialer Rand ist nicht, wie beim Menschen, konkav, so dass er sich der Form des Sehhügels anschmiegen würde, sondern springt konvex vor und der Schwanz kommt dadurch in ziemliche Entfernung vom Sehhügel. Zwischen diesem und dem Nucleus caudatus verläuft eine tiefe Rinne, in welche sich die Fimbria des Ammonshornes hineinlegt. Den Grund derselben bildet ein weißes Faserband, die Stria terminalis, welche sich von hinten längs des ganzen Randes des Nucleus caudatus hinzieht bis zur vorderen Kommissur. Man kann am geschwänzten Kerne zwei Flächen unterscheiden, eine fast horizontale, der Balkenstrahlung zugekehrte, und eine vertikale, dem Septum pellucidum zugewendete. Der geschwänzte Kern verjüngt sich scheinbar nur wenig, in der That aber sehr bedeutend vom Kopf zum Schwanz; derselbe ist nämlich, wie Meynert es sehr treffend beschreibt, um eine horizontale Querachse so aufgerollt, dass das keulenförmige Kopfende unter der Rinde der Hemisphärenspitze versteckt, bis ganz an die Basis des Gehirnes reicht, wo wir es als großen, mit einer Kappe von Rindensubstanz überzogenen Höcker bereits kennen gelernt haben.

Bekanntlich bildet der geschwänzte Kern mit dem Linsenkern zusammen den Streifenhügel (Corpus striatum). Beide sind getrennt durch die innere Kapsel, doch ist die Trennung, wie dies später zu erörtern sein wird, auf einer beträchtlichen Strecke sehr unvollständig. Der Linsenkern (Nucleus lentiformis) hat, wo er gut abgegrenzt ist, auf dem Querschnitt die Gestalt eines Keiles, dessen Kante medial- und dessen Basis lateralwärts gekehrt ist; mit der einen schiefen Ebene liegt er der inneren Kapsel an, mit der anderen ruht er auf dem Mandelkern.

Auch der Mandelkern (Nucleus amygdalae) hat eine keilförmige Gestalt und eine Anordnung der Flächen, welche der des Linsenkernes ganz analog ist. Die Ausdehnung desselben ist an der Basis des Gehirnes schon äußerlich ziemlich gut ausgeprägt in Form eines Eindruckes, welchen ich pag. 599 beschrieben habe. Der Mandelkern ist beim Maulwurf verhältnismäßig sehr groß.

Die innere Kapsel ist ziemlich kurz: sie reicht nicht so weit nach hinten wie Streifenhügel und Mandelkern, wird also von diesen überragt. Indem sich nun am hinteren Ende der Capsula in-

terna die Hemisphäre vom Stammhirn abschnürt, trennt sich auch der hinterste Theil des Corpus striatum und Nucleus amygdalae von dem letzteren und bleibt mit der Hemisphäre in Verbindung[1]; daher die etwas auffallenden Bilder, welche Querschnitte in dieser Gegend liefern (Figur 18 u. 19). Bei anderen Säugern (Kaninchen, Maus) überragt der Streifenhügel die innere Kapsel merklich weiter als beim Maulwurf; bei diesen Thieren ist, wie die ganze Hemisphäre, so auch der Streifenhügel verhältnismäßig größer als beim Maulwurf, während bei diesem mit einer kurzen Capsula interna ein kurzes Corpus striatum zusammentrifft.

Die zuletzt beschriebenen Verhältnisse sind nur aus Durchschnitten zu erkennen. Ich glaubte sie aber gleich hier behandeln zu müssen, um die Vollständigkeit der topographischen Übersicht nicht zu beeinträchtigen.

Der Sehhügel (Thalamus opticus) täuscht beim ersten Anblick über seine Größe — beim Maulwurf noch mehr, als bei anderen Säugern; der Grund ist ein doppelter: einmal die Vertheilung des centralen Höhlengrau, dann die geringe Abgrenzung der Kniehöcker. Beide Umstände bringen es mit sich, dass man ihn für größer hält, als er in der That ist. Dies gilt sowohl von seiner Länge, als von seiner Höhe. Das centrale Höhlengrau vereinigt sich, so weit es die mediale Fläche des Sehhügels bekleidet, mit dem der andern Seite und bildet so die enorme Commissura mollis; dadurch werden beide Sehhügel zu einem einzigen Körper von ungefähr herzförmiger Gestalt verbunden; dieser schiebt sich von hinten her in den Winkel, welchen die Streifenhügel mit einander bilden. Nur an zwei Stellen zeigt das centrale Grau kleine Lücken, welche Zugänge zum III. Ventrikel bilden: ganz vorn das Monro'sche Loch und gerade vor der hinteren Kommissur die Öffnung des Aquaeductus Sylvii; von dieser verläuft eine seichte Rinne über das centrale Grau nach vorn. Unmittelbar vor den Sehhügeln senken sich die Säulen des Gewölbes (Columnae fornicis) in die Tiefe des Höhlengrau.

An ihrer Spitze tragen die Sehhügel in kleiner Ausdehnung einen markweißen Überzug, die Gürtelschicht (Stratum zonale

[1] Dieses Verhältnis findet seine Erklärung in der aus der Entwicklungsgeschichte bekannten Thatsache, dass der Streifenhügel aus derselben Anlage, dem Hemisphärenbläschen, sich entwickelt, wie die Großhirnrinde; es liegt daher nahe, denselben als einen eigenartig entwickelten Theil der letzteren aufzufassen, wofür bei der mikroskopischen Untersuchung sich weitere Gründe ergeben werden.

thalami optici), während ihre Oberfläche übrigens grau erscheint, aber merklich lichter als die des Streifenhügels und zwar in Folge eines mit Osmiumsäure nachweisbaren Markanfluges. Aus dem Stratum zonale thalami optici gehen markweiße Fasern hervor, welche in sagittaler Richtung über den medialen Rand jeden Sehhügels nach hinten ziehen, die Taeniae thalami optici[1]. Sie liegen nicht völlig frei an der Oberfläche, sondern sind von einer ganz dünnen Lage grauer Substanz bedeckt, welche auch zwischen die Fasern eindringt und sie in Bündel scheidet. Das medialste derselben ist das stärkste: von ihm geht eine kleine Partie Fasern gerade vor dem vorderen Zweihügel über die Mittellinie und begegnet einem entsprechenden Antheile der gegenseitigen Taenia thalam. opt., diese winzigen Faserzüge heißen Zirbelstiele (Pedunculi conarii, oder habenulae); am Scheitel des Bogens, welchen sie bilden, sitzt die Zirbel (Conarium), ein kleines, zapfenförmiges Gebilde, welches sich nach hinten etwas verjüngt. Zwischen den beiden Taeniae thal. opt. liegt im Bereich der vorderen Partie der Sehhügel nur centrales Höhlengrau, weiter hinten aber und namentlich in der Gegend der Kniehöcker liegt zwischen ihnen das paarige Ganglion habenulae, welches sich mikroskopisch sehr deutlich, makroskopisch nur wenig vom centralen Höhlengrau abhebt. Alle diese zuletzt besprochenen Verhältnisse sind beim Maulwurf nicht wesentlich anders als beim Kaninchen, der Maus und dem Igel. Eine besondere Eigenthümlichkeit aber ist die geringe Abgrenzung der Kniehöcker. Hierin gleicht der Maulwurf der Fledermaus. Wichtig ist als hintere Grenze des Thalamus eine Rinne, welche so seicht ist, dass sie der Beobachtung sehr leicht entgeht; sie beginnt nahe der Mittellinie, etwas vor dem vorderen Zweihügel und zieht schräg nach hinten und lateralwärts, wie aus Figur 4 und 5 ersichtlich ist. Sie scheidet ungefähr den Sehhügel vom medialen Kniehöcker, welcher so liegt, dass man ihn bei oberflächlicher Betrachtung für das Pulvinar des Thalamus opticus halten könnte. Ein solches existirt beim Maulwurf nicht. Vor dieser Rinne liegt der laterale Kniehöcker[2] (Corpus geniculat. laterale). Derselbe ist so rudimentär, dass sein

[1] Henle, a. a. O. pag. 128. Vgl. über die Nomenklatur dieser Theile Forel a. a. O. II. pag. 76.

[2] Die Benennung der Kniehöcker mit »lateral« und »medial« wurde absichtlich aus begreiflichen Gründen beibehalten, obwohl sie für den Maulwurf nicht zutreffend ist. Der laterale Kniehöcker ist beim Maulwurf das vordere, der mediale das hintere Ganglion.

Vorhandensein sich äußerlich durch nichts verräth; nur mikroskopisch lässt er sich nachweisen als ein dünner Überzug des Sehhügels. Ich werde weiter unten darthun, dass im lateralen Kniehöcker ein Bündel entspringt, der Stiel des lateralen Kniehöckers, welches sich zum Tractus opticus gesellt, mit diesem eine Strecke weit lateralwärts zieht und dann in den Fuß des Hirnschenkels eintritt. Dieses Bündel, welches sich nur experimentell vom Tractus opticus trennen lässt, welches aber von der Retina ganz unabhängig ist, steht in geradem Verhältnisse zur Größe des Corpus geniculat. later.; es ist also eben so wie dieses beim Maulwurf sehr schwach; man sieht es mit bloßem Auge nicht. Muss man die geringe Stärke des Tractus opticus in erster Linie auf die Verkümmerung des Sehorganes zurückführen, so lernen wir hier als zweites, eben so wichtiges Kausalmoment die geringe Ausbildung des lateralen Kniehöckers kennen.

Forel hat bereits in seiner ersten hirn-anatomischen Arbeit die Kniehöcker des Maulwurfs völlig richtig beschrieben und die verhältnismäßig enorme Entwicklung des medialen wie die Verkümmerung des lateralen mit der ihm eigenen Exaktheit nachgewiesen. Der hohe Stand derselben ist nach seinen vergleichend-anatomischen Untersuchungen die Folge der geringen Entwicklung des Pulvinar. Ein Vergleich des Maulwurfgehirnes mit dem anderer kleiner Säuger zeigt recht deutlich, wie sehr die Gegend des Sehhügels und der Kniehöcker ihr Gepräge durch den Tractus opticus erhält.

Die vorderen Zweihügel sind wenig gewölbt und weder nach vorn, wo sie in die medialen Kniehöcker übergehen, noch unter einander scharf geschieden. Die Furche, welche sie von einander trennt, ist sehr seicht; während sie bei den meisten anderen Thierhirnen der Höhe der hinteren Zweihügel mindestens gleichkommen, erscheinen sie beim Maulwurf niedriger und von geringer Breite. So machen sie schon makroskopisch, gleich den lateralen Kniehöckern, den Eindruck verkümmerter Organe; die mikroskopische Untersuchung wird zeigen, dass die Verkümmerung, welche Gudden und Forel mit Recht in Beziehung zum Sehapparat gebracht haben, sich nur auf die oberflächlichsten Schichten erstreckt.

Die hinteren Zweihügel sind ziemlich groß, und in der Mittellinie gut von einander geschieden durch eine Furche, in deren Grunde ein markweißes Faserbündel liegt. Ihre hintere Fläche ist trichterförmig eingezogen und gegen die Rautengrube ein wenig geneigt. Zwei Faserzüge gehen vom hinteren Zweihügel aus: nach

vorn der Arm des hinteren Zweihügels, welcher am lateralen Rand des vorderen Hügels entlang zieht und unter dem medialen Kniehöcker verschwindet — ventralwärts die sogenannte untere Schleife; sie zieht gegen den vorderen Rand der Brücke, in welche sie eintritt. Zwischen beiden Faserzügen, welche ein wenig über das Niveau ihrer Umgebung vorspringen, und dem Fuß des Hirnschenkels liegt ein fast dreieckiges Feld; dieses sammt der unteren Schleife und dem Arm des hinteren Hügels bildet die freie Oberfläche der Haube des Hirnschenkels.

Figur 5 veranschaulicht die so eben beschriebenen Verhältnisse.

Die ganze Gegend des Thalamus opticus und der Vierhügel zeigt bei der Fledermaus sehr ähnliche Verhältnisse, wie beim Maulwurf.

Nachdem ich jetzt die Wandungen der Seitenventrikel beschrieben habe, will ich die Konfiguration dieser Hohlräume selbst einer Betrachtung unterziehen.

Am Seitenventrikel kann man die Cella media, das Vorderhorn und das Unterhorn unterscheiden; ein Hinterhorn existirt für sich getrennt nicht. Die Cella media stellt die direkte Fortsetzung der sogenannten horizontalen Querspalte des Gehirnes dar, welche zwischen dem Hirnmantel und Stammhirn von hinten her eindringt. Nach vorn reicht sie bis zu den Säulen des Gewölbes, wo sie in das Vorderhorn übergeht. Sie bildet einen spaltförmigen Hohlraum und hat auf dem Querschnitt (Figur 9—17) die Gestalt eines ungefähr rechten Winkels mit lateraler Öffnung. Am Streifenhügel haben wir eine vertikale und eine horizontale Fläche kennen gelernt: jene umschließt mit der Seitenfläche des Gewölbes (resp. des Septum pellucidum) den vertikalen Schenkel, diese bildet den Boden des horizontalen und vereinigt sich an ihrem Seitenrand mit der Balkenstrahlung, der Decke der Cella media. Die Größe der beiden Schenkel richtet sich natürlich nach den sie umschließenden Wänden: da nun sowohl der Streifenhügel als auch das Gewölbe nach vorn an Höhe zunimmt, so vergrößert sich auch allmählich der vertikale Schenkel in demselben Maße, während der horizontale sich ziemlich gleich bleibt.

Ich habe früher gesagt, dass das Gewölbe an den Balken angeheftet, mit freier ventraler Fläche über dem Thalamus schwebe und dass der letztere ein Theil vom Boden des Seitenventrikels sei. Diese Darstellung ist zum Theil unkorrekt und nur zulässig, wenn man absieht von den Fortsätzen, welche die Pia mater in Gestalt

der Tela chorioidea superior und der Plexus chorioidei in die Ventrikel hineinsendet. Das Verhalten dieser Theile habe ich an Maulwurfgehirnen studirt, welche ich mit Berlinerblau injicirt und in Schnittreihen zerlegt hatte. Von der horizontalen Querspalte aus dringt eine Duplikatur der Pia mater — mit einem Blatt die Vierhügel, mit dem anderen die ventrale Fläche des Ammonshornes und Balkenwulstes überziehend — in die Cella media vor, umhüllt die Zirbel und legt sich als Tela chorioidea superior an die ventrale Fläche des Gewölbes, mit welcher sie verwächst. Der Seitenrand derselben, welcher eine besonders starke plexusartige Entwicklung zeigt, vereinigt sich, indem er die Breite des Gewölbes etwas überragt, mit dem Ependym des Thalamus opticus und so kommt es, dass einerseits beide Seitenventrikel von einander abgeschlossen sind, andererseits der Sehhügel größtentheils außerhalb des Seitenventrikels liegt. Nach dem Gesagten bleibt zwischen der Tela chorioidea super. als Decke und dem Sehhügel (resp. der Oberfläche des centralen Höhlengrau) als Boden ein spaltförmiger Raum; dieser gehört zum III. Ventrikel.

Das Vorderhorn erstreckt sich als Fortsetzung der Cella media nach vorn bis in das Centrum des Bulbus olfactorius. Auf diesem Weg wird es bis in die Nähe des Bulbus olfactorius seitlich umschlossen vom Streifenhügel und Septum pellucidum, an dessen Stelle weiter vorn die mediale Rinde der Hemisphäre tritt; die Decke bildet immer noch der Balken. Da aber die horizontale Oberfläche des Streifenhügelkopfes nach vorn immer schmaler wird, so stellt sich alsbald das Vorderhorn als einfache vertikale Spalte dar, die immer niedriger wird, dann als enger runder Kanal das Mark an der Spitze der Hemisphäre durchbricht, in den Bulbus olfactorius übertritt und in diesem mit einer blinden Anschwellung endigt.

Es wurde bereits aus einander gesetzt, wie man sich das Zustandekommen des Unterhornes zu denken hat; hier ist nur wenig nachzutragen. Mit der grauen Rinde schlägt sich am hinteren Rand der Hemisphäre auch das Mark um, vor Allem der Balken: er bildet den Balkenwulst und wie die Rinde hier zwei Blätter hat, die eigentliche Hemisphäre und das Ammonshorn, so hat der Balken ein dorsales und ein ventrales Blatt. Diese legen sich unmittelbar neben der Mittellinie an einander und verwachsen an ganz schmaler Stelle; seitlich weichen sie aus einander und lassen zwischen sich das Unterhorn entstehen. Dieses bildet eine breite Spalte, welche nach vorn überall offen ist und sich seitlich um den

Hirnstamm herumkrümmt. Vor die Öffnung legt sich überall der Schweif des Streifenhügels (Figur 3 und 4) und in der ganz engen Spalte, welche zwischen diesem und dem vorderen Rand des Ammonshornes, der Fimbria, bleibt, zieht der noch zu beschreibende Plexus chorioideus lateralis. Diese Spalte bildet die Kommunikation des Unterhornes mit der Cella media. Die beiden Unterhörner sind von einander abgeschlossen dadurch, dass die beiden Blätter des Balkenwulstes in und neben der Mittellinie mit einander verwachsen.

Die Konfiguration des III. Ventrikels[1] kann ich nicht besser veranschaulichen, als durch die Figur 7, welche nach einem genau medialen Sagittalschnitt angefertigt ist. Mit Ausnahme der Lichtung des Ventrikels ist Alles etwas schematisch gehalten. Man sieht zunächst, dass die III. Hirnhöhle die direkte Fortsetzung des Aquaeductus Sylvii bildet und dass sie sich als ringförmiger Kanal um die enorme Commissura media herumlegt. Dieser Kanal hat in seinen einzelnen Abtheilungen sehr verschiedene Dimensionen. Die ventrale Partie hat die größte Höhenausdehnung und zwar im Bereich des Trichters, ist dagegen in transversaler Richtung spaltförmig, eben so der Übergang in den Aquaeductus Sylvii. Vom Trichter an bildet sich ein enges Divertikel, welches ventral vom Corpus mammillare nach hinten zieht; die dorsale Abtheilung, zwischen Tela chorioidea und Commissura media gelegen, ist ganz niedrig aber ziemlich breit in transversaler Richtung, so breit wie die Distanz der beiden Taeniae thalami opt.; sie wird nach hinten gegen die Horizontalspalte des Gehirns abgeschlossen durch die Tela chorioidea super., deren beide Blätter zwischen Zirbel und Balkenwulst sich an einander legen. Ganz besondere Verhältnisse zeigt der vorderste Abschnitt des Ventrikels; er ist in sagittaler Richtung ungemein eng, dehnt sich aber am weitesten nach den beiden Seiten aus und tritt dadurch in offene Kommunikation mit beiden Seitenventrikeln: diese ist das bekannte Monro'sche Loch, die einzige Kommunikation mit den Seitenventrikeln und dieser unter einander. Meinen Angaben über die Tela chorioidea sup. habe ich nur wenig hinzuzufügen. Ich habe oben gesagt, dass die Ränder derselben Plexus bilden mit schönen Gefäßzotten; jeder dieser Plexus begiebt sich nach vorn bis zum entsprechenden Foramen Monroi und sendet einen Fortsatz durch dasselbe in den Seitenventrikel, welcher nun als Plexus chorioideus lateralis in der Spalte zwischen Fimbria (resp. Septum pellucidum)

[1] Vgl. hierzu Forel a. a. O. I. pag. 17.

und Nucleus caudatus (vgl. Figur 3) nach hinten verläuft, in das Unterhorn eintritt und in der Spitze desselben unter mächtiger Schlingenbildung endigt.

In der Beschreibung der Medulla oblongata gehe ich von der ventralen Fläche aus und verweise zunächst auf Fig. 2.

Die Brücke ist von auffallend kleinen Dimensionen, verschmälert sich rasch nach den Seiten hin, zeigt deutlich einen queren Faserverlauf und hat in der Mittellinie eine Rinne. Gerade bevor ihre Fasern als Brückenarme des Kleinhirns sich dorsalwärts wenden, lassen sie den beim Maulwuf mächtigsten Hirnnerv zwischen sich durchtreten, den Nerv. trigeminus. Derselbe ist, so viel ich sehe, stets in zwei Portionen getheilt, eine kleine mediale, die motorische und eine weit stärkere laterale, die sensible Portion. Die Wurzeln dieser letzteren steigen in der Medulla oblongata auf; ihr Verlauf wird markirt durch eine Längsrinne, welche in einer Entfernung von 1 mm parallel mit dem Rand des verlängerten Markes hinzieht; was lateral von dieser Rinne liegt, ist die sog. aufsteigende Wurzel des Nerv. trigeminus, bedeckt von Randfasern der Medulla oblongata. Die enorme Entwicklung dieser Nervenwurzel giebt dem verlängerten Mark des Maulwurfs seine charakteristische breite Form, die er mit anderen Rüsselthieren z. B. Igel, Schwein, Ratte gemein hat.

Dicht unterhalb der Brücke beginnt in der Mittellinie eine sagittale Spalte, welche sich über das ganze Rückenmark erstreckt: es ist die ventrale Längsspalte des Markes (Fissura longitudinalis ventralis medullae oder F. l. anterior der Autoren). Zu beiden Seiten derselben verlaufen die Pyramiden, welche allmählich etwas breiter aber platter werden, bis sie beim Übergang des verlängerten Markes ins Rückenmark verschwinden.

An die Brücke schließen sich die Querfasern des Corpus trapezoides. In der Rinne zwischen diesem und der Brücke tritt medial vom Nerv. trigeminus der Nerv. facialis zu Tage, der sich rasch lateralwärts wendet, den Nerv. trigeminus kreuzt und sich dem Nervus acusticus zugesellt. Dieser kommt aus einem am Seitenrande der Medulla oblongata gelegenen (Figur 5 u. 6) grauen Knötchen, dem Tuberculum acusticum her, verläuft schräg nach vorn ventralwärts bis er mit dem Nerv. facialis zusammentrifft. Der Gehörnerv ist viel stärker als der Antlitznerv.

Der Nerv. abducens fehlt, wie die beiden anderen Augenbewegungsnerven.

Neben den Pyramiden, etwa in der Hälfte ihrer Länge, liegt jederseits eine kleine Erhöhung: derselben entspricht, wie Durchschnitte lehren, die sog. untere Olive.

Die Seitentheile des verlängerten Markes hinter den Corpp. trapezoid. sind überzogen von einer Lage Nervenfasern, welche neben den Pyramiden hervortretend nach vorn und lateralwärts ziehen und den Rand der Medulla oblong. umgreifen. Diese beim Maulwurf ansehnliche Fasermasse ist das Stratum zonale Arnoldi. Zwischen den Fasern desselben treten hervor: die Wurzeln des Nerv. glossopharyngeus und zwar ganz am Seitenrand der Med. oblongata, dicht neben einander und unmittelbar hinter dem Corpus trapezoides: ferner: die Wurzeln des Nerv. vagus, drei bis vier zarte Bündelchen, welche in der Längsrinne medial von der aufsteigenden Trigeminuswurzel sitzen; ferner: einige Wurzeln des Nerv. accessorius, dessen Hauptstamm aus dem Rückenmark aufsteigt, endlich: mehrere Wurzeln des Nerv. hypoglossus, welche in geringer Entfernung seitlich von den Pyramiden hervortreten und sich beiderseits zu je zwei Stämmchen vereinigen. Es ist ein bekanntes Kriterium der Hypoglossusfasern, dass sie bei ihrem Austritt aus der Med. oblongata die untere Olive durchsetzen. Man sieht dies an der Figur 2 nicht, da nur der vorderste Theil der Olive so mächtig und der Oberfläche so nahe gelegen ist, dass er als äußerliche Hervorragung zur Geltung kommt: in Wirklichkeit reicht die untere Olive bis in die Gegend der Hypoglossuswurzeln, welche in Figur 2 gezeichnet sind: daraus geht hervor, dass sie auffallend lang gestreckt ist.

Die Medulla oblongata verschmälert sich ziemlich jäh, um in das Rückenmark überzugehen.

Um die dorsale Fläche der Medulla oblongata zu übersehen, ist es nothwendig, das Kleinhirn zu entfernen: dadurch wird, wie in Figur 6, der IV. Ventrikel eröffnet und dessen Boden, die Rautengrube (Sinus rhomboidalis), sichtbar.

Auch in der dorsalen Ansicht wird die laterale Kontur der Med. oblongata von der aufsteigenden Wurzel des Nerv. trigeminus gebildet: auf dieser ruht beiderseits die Fortsetzung des Hinterstranges vom Rückenmark. Indem der letztere in das verlängerte Mark übertritt, wird er etwas breiter: von einer Scheidung in zwei Abtheilungen zarte und keilförmige Stränge ist an dieser Stelle von außen noch nichts zu sehen: gleichwohl existirt dieselbe, wie Querschnitte lehren:

die zarten Stränge (Funiculi graciles) liegen verborgen in der dorsalen Längsspalte, unmittelbar neben dieser und sind kenntlich an dem feineren Kaliber ihrer Fasern; außen werden sie vollständig umhüllt von den keilförmigen Strängen (Funiculi cuneati). Erst unmittelbar, bevor die Hinterstränge aus einander weichen, um die Rautengrube entstehen zu lassen, treten sie zwischen den Keilsträngen zu Tage, sind aber auch hier nur durch eine ganz feine, alsbald völlig verschwindende Rinne von jenen geschieden. Sie scheinen beim Maulwurf auffallend schwach entwickelt zu sein; die bei anderen Säugern als »Keule« (Clava) bekannte Anschwellung derselben existirt beim Maulwurf nicht.

Ihre größte Dimension erreichen die Hinterstränge bald nachdem sie aus einander gewichen sind; ihre Zunahme ist nach Ausweis von Querschnitten nicht die Folge einer Faservermehrung, sondern der Einlagerung grauer Massen, mit deren Auftreten im Gegentheil die Fasern mehr und mehr schwinden; in Folge dessen verjüngen sich die Hinterstränge nach vorn allmählich wieder und bekommen gleichzeitig, da die zelligen Massen durchscheinen eine etwas graue Färbung. Durch den Kontrast hebt sich am lateralen Rand derselben ein markweißes Faserbündel ab, welches ganz allmählich entsteht, nach vorn immer stärker wird und scheinbar einfach die Fortsetzung der Hinterstränge bildet; in der That aber geht es hervor aus dem Stratum zonale Arnoldi, dessen Fasern die aufsteigende Wurzel des Nerv. trigeminus umgürten, an den lateralen Rand des Restes vom Hinterstrang gelangen und hier in die sagittale Richtung übergehen; so bilden sie den Strickkörper (Corpus restiforme). Diese Verhältnisse, auf welche Deiters zuerst aufmerksam gemacht hat, sind mit Hilfe der Lupe an einem frischen Maulwurfgehirn, welches nur ein Paar Stunden in Lösung von doppeltchromsaurem Kalium gelegen hat, recht schön zu demonstriren.

Man kann die Rautengrube zweckmäßig in zwei ziemlich gleich große Abschnitte eintheilen, einen vorderen und einen hinteren: der letztere liegt im Bereich der Hinterstränge, welche ihn zwischen sich fassen. Der Boden der gesammten Rautengrube ist mit einer Schicht grauer, gallertiger, in Karmin stark erröthender Substanz überzogen, welche in ihrer Dicke wechselt und namentlich bei ihrem Übergang auf die vordere Abtheilung durch plötzliche Zunahme eine Querleiste bildet, die Grenze zwischen beiden Abtheilungen. In der hinteren zieht sich die graue Decke als dicker

Saum mit zierlich geschwungener Kontur dem medialen Rand der Hinterstränge entlang, deckt im hinteren Winkel wie mit einer Klappe die Öffnung des Rückenmarkkanals und bildet an der Grenze beider Abtheilungen eine keulenförmige Anschwellung, welche mit einem Fortsatz über das Corpus restiforme hinüberzieht und in Verbindung tritt mit einem am lateralen Rand der Med. oblongata gelegenen grauen Knötchen, welches ich oben (pag. 612) als Tuberculum acusticum beschrieben habe.

Gegen die sagittale Mittellinie hin vertieft sich die Rautengrube, namentlich in der Gegend des hinteren Winkels, so dass hier eine ordentliche Rinne entsteht, die nach vorn allmählich seichter wird, die sich aber in der vorderen Abtheilung zu einem vollständigen Kanale schließt, welcher in den grauen Bodenüberzug eindringt und hier blind endigt (Fig. 7). Diese blinde Ausbuchtung des IV. Ventrikels scheint eine Eigenthümlichkeit des Maulwurfs zu sein.

Die vordere Abtheilung ist im Wesentlichen der gegen die hintere Öffnung des Aquaeductus Sylvii hin wie ein Trichter sich verengende Raum zwischen den beiden hinteren Zweihügeln (vgl. Fig. 5), mit deren Substanz der graue Überzug des Bodens allenthalben zusammenhängt. Drei Faserzüge sind innerhalb desselben bemerkbar: die beiden Bindearme (Brachia conjunctiva), welche am lateralen Rand gerade nach vorn ziehen, und ein dünnes Faserband, welches sich frei über den Boden der Rautengrube und über die Bindearme hinüberspannt und in die hier vereinigte Fasermasse der Corpora restiformia und Brückenarme übergeht. Dieses Faserband, welches eine Kommissur zu sein scheint, ist meines Wissens noch nicht beschrieben; es existirt auch beim Kaninchen und zwar etwas hinter der Kreuzung der Nn. trochleares, von diesen unabhängig: ich nenne es: Bodenkommissur des IV. Ventrikels.

Die Nn. trochleares sind, wie bereits gesagt wurde, beim Maulwurf nicht vorhanden. Ein anderer Theil, das obere Marksegel (Velum medullare superius), geht bei der Fortnahme des Kleinhirns stets zu Grunde; es ist eine außerordentlich feine Platte, welche von der hinteren Fläche der hinteren Zweihügel ausgeht und frei über dem Boden der Rautengrube ausgespannt nach hinten zieht: der hintere Rand legt sich an den Unterwurm des Kleinhirns an und verwächst durch die Pia mater mit demselben.

Das Kleinhirn des Maulwurfs hat große Ähnlichkeit mit demjenigen des Igels, der Fledermaus und vieler Nager (Maus, Ratte, Kaninchen). Die Betrachtung der dorsalen Fläche (Fig. 1) ergiebt

Folgendes: der Oberwurm ist durch Querfurchen in fünf Windungen getheilt, von welchen die unterste zungenförmig gestaltet, durch eine rings um ihren Rand herumlaufende Furche wieder in zwei Abtheilungen geschieden ist: die Hemisphären lassen jederseits 10 Randwindungen erkennen, von welchen die hinteren schmaler sind als die vorderen mit Ausnahme derjenigen, welche ganz hinten unmittelbar an den Oberwurm angrenzt. Diese Randwindungen umgeben zwei konstant in schräger Richtung gegen den Oberwurm verlaufende mehr central gelegene schmale Windungen. Der mediale Theil der Hemisphäre wird bedeckt durch eine dünne Markplatte, welche unter der Rinde des Oberwurms hervorkommt und sich unter die Rinde der Randwindungen begiebt, während sie nach vorn mit freiem Rand zu enden scheint. Diese Markplatte existirt auch beim Igel, Kaninchen und der Fledermaus, aber viel kleiner als beim Maulwurf. Ein beim Maulwurf besonders stark entwickelter Theil der Kleinhirnhemisphäre ist die Flocke, welche mit einem eigenen Stielchen dem Brückenarm aufsitzt. Auch diese Eigenthümlichkeit hat der Maulwurf gemein mit dem Kaninchen, der Ratte und der Fledermaus: beim Igel ist die Flocke verhältnismäßig kleiner.

Der Unterwurm hat im sagittalen Schnitt eine S-förmige Kontur (Fig. 7) und besteht aus querverlaufenden Windungen; berücksichtige ich nur die tiefen Furchen, so zähle ich vier vordere und eine hintere Querwindung. Zwischen beiden Abtheilungen liegt eine Vertiefung, an welcher, wie an einem Hilus, die meisten Fasern ein- und austreten; insbesondere bemerkt man beiderseits je ein Band, welches quer über die Hemisphäre verläuft bis zum Flockenstiele. Von der Flocke abgesehen besteht die ventrale Fläche der Hemisphäre hauptsächlich aus den um den Seitenrand umbiegenden Randwindungen, welche ich gelegentlich der dorsalen Fläche beschrieben habe.

Die Beschreibung, welche ich von den Wandungen des IV. Ventrikels gegeben habe, wird vervollständigt durch die Fig. 7. Das obere Marksegel bildet in der vorderen Abtheilung das Dach des IV. Ventrikels, während in der hinteren der Unterwurm diese Rolle übernimmt. Die Spalten, welche seitlich und von hinten her einen Zugang bilden würden, sind geschlossen durch eine Duplikatur der Pia mater, welche an diesen Stellen zwischen Medulla oblongata und Kleinhirn eindringt, sich über den hinteren Theil der Rautengrube ausspannt und mit reichlichen Plexus die Vertiefungen derselben ausfüllt.

II. Theil.

Mikroskopische Beschreibung.

Allgemein Histologisches.

Entsprechend der Aufgabe, die ich mir gestellt habe, bin ich auf rein histologische Fragen nur so weit eingegangen, als nothwendig war, um die Form und Größe der Elemente angeben zu können. Ich habe mich zu diesem Zwecke nicht auf die Untersuchung von Schnitten beschränkt, sondern auch zahlreiche Zupfpräparate angefertigt. Als Macerationsflüssigkeit bediente ich mich vorzugsweise der verdünnten Lösungen von Chromsäure[1], für einzelne Theile auch der Osmiumsäure in der Koncentration von $^1/_{10}$ Procent[2]. Von diesen Untersuchungen sind hier nur diejenigen mitzutheilen, welche sich auf Elemente von allgemeiner Verbreitung im Gehirn beziehen.

1) Bindegewebszellen. Im Gehirn des Maulwurfs und des Kaninchens finde ich Zellen von zweifellos bindegewebigem Charakter in zwei Formen auftretend, die eine mehr in der grauen, die andere vorzugsweise in der Marksubstanz. Die ersteren entsprechen vollständig jenen Zellen, welche zuerst Deiters[3] aus dem Rückenmark beschrieben und abgebildet hat. Es sind Kerne von unregelmäßig spindelförmiger Gestalt mit scharfer Kontur und einem Kernkörperchen; um dieselben herum ist eine körnige Masse von unbestimmter Begrenzung gelagert, von welcher eine große Menge Fortsätze ausgehen; diese sind gleichfalls von körnigem Aussehen, ihre Begrenzungslinien haben etwas Unregelmäßiges, Unsicheres: sie theilen sich vielfach gabelig, werden dadurch immer feiner und bilden so einen Filz zarter Fäden[4]. Die Fig. 36 stellt eine solche Zelle aus der Rinde des Kaninchens dar; ich habe eben solche aus dem Tha-

[1] O. Deiters a. a. O. pag. 10.

[2] Fr. Boll a. a. O. pag. 25.

[3] a. a. O. pag. 45.

[4] Ich habe die Fortsätze dieser Deiters'schen Bindegewebszellen immer verästelt gesehen; doch habe ich keine genügend große Zahl derselben isolirt, um der Angabe von Boll (a. a. O. pag. 11), dass dies eine Seltenheit sei, widersprechen zu können. »Pinselzellen«, wie Boll sie beschreibt und abbildet, habe ich nicht gesehen. Auch Eichhorst a. a. O. pag. 464 hat beobachtet, dass Verästelungen an den Deiters'schen Zellen des Rückenmarkes vorkommen.

lamus optic. und aus der Rinde des Maulwurfs isolirt. Die Anzahl der Fortsätze, welche gezeichnet sind, giebt keine Vorstellung von der wirklichen Anzahl, welche an einer Zelle vorkommt, entspricht vielmehr einer einzigen genauen Einstellung des Objektes. Über die Verbreitung dieser Zellen, ihre Anordnung und ihr Verhalten zu den nervösen Gebilden vermag ich nichts anzugeben.

In anderer Form kommen Bindegewebszellen vorzugsweise in der weißen Substanz des Gehirns vor. Hier erscheinen sie in Karminpräparaten als rundliche, polygonale oder unregelmäßige Kerne, welche stark gefärbt sind und eine Unterscheidung verschiedener Zellenbestandtheile nicht gestatten. Diese Kerne liegen meist nahe an einander und bilden Reihen, welche dem Faserverlauf parallel gestreckt sind und den Querschnitt größerer Bündel in polygonale Felder theilen. Als Zellen wurden dieselben zuerst erkannt und beschrieben von Boll, durch dessen Methode sie der Untersuchung außerordentlich zugänglich gemacht worden sind. Lässt man ein Stückchen weißer Gehirnsubstanz etwa 24 Stunden in $^1/_{10}$ procentiger Osmiumsäure maceriren und zerzupft dasselbe dann in einem Tropfen von koncentrirtem Liquor kali acetic., so überzeugt man sich aufs leichteste davon, dass es sich hier um wirkliche Zellen handelt, welche außer einem Kern mit Kernkörperchen einen nicht zu übersehenden Protoplasmaleib besitzen, von welchem einzelne Fortsätze ausgehen. An der Existenz dieser letzteren ist nicht zu zweifeln, doch habe ich sie nie so zahlreich und groß gesehen, wie Boll sie abbildet.

2) Blasenförmige Zellen. Ich rechne diese eigenthümlichen Gebilde, welche von Forel[1] zuerst ausführlicher beschrieben worden sind, zu den Ganglienzellen; die Gründe, welche mich bestimmen, werden sich im Verlauf der Darstellung von selbst ergeben. Die blasenförmigen Zellen kommen bei den Nagern und ganz besonders häufig auch beim Maulwurf in allen Theilen des Gehirnes vor: einige Gegenden sind vorzugsweise reich an ihnen, so das centrale Höhlengrau des III. Ventrikels, der Streifenhügel und noch mehr der Sehhügel, wo sie an manchen Stellen fast die einzigen Elemente zu sein scheinen. In Präparaten, welche nach sorgfältiger Härtung mittels doppeltchromsauren Kaliums unter Wasser geschnitten, mit Karmin gefärbt, in Nelkenöl aufgehellt und in Kanadabalsam eingeschlossen wurden, präsentiren sich diese Gebilde folgendermaßen:

[1] a. a. O. II. pag. 446 ff.

ein schöner Kern, in der Größe wechselnd, mit deutlicher Membran und Kernkörperchen ist umgeben von spärlichen Protoplasmakörnchen, welche keinen Farbstoff aufgenommen haben, während der Kern lebhaft geröthet ist; das Ganze liegt in einem unverhältnismäßig großen kugeligen Hohlraum, welcher gegen das umgebende Gewebe mit ganz scharfem Rand abgegrenzt ist. Ich habe nie etwas gesehen, was mich vermuthen ließe, dass der Hohlraum von einer eigenen Membran umschlossen würde, immer sehe ich eine einfache, scharfe, wie mit einem Locheisen ausgeschlagene Kontur. Unmittelbar an dieser liegen fast ausnahmslos Gebilde, welche ich einstweilen »Kerne« nennen will: sie ragen niemals in die Blase hinein, sondern wenden derselben stets einen konkaven Rand zu; übrigens sind sie verschieden gestaltet. Statt eines einfachen »Kernes« habe ich häufig, namentlich im Septum pellucidum, ganze Zellen von pyramidenförmiger Gestalt und unzweifelhaft nervösem Charakter sich um die Cirkumferenz einer Blasenzelle herumschmiegen sehen. Es mag oft vorkommen, dass, wenn solche Zellen durchschnitten werden, ihr Abschnitt den Schein erweckt, als ob in der Wandung der Blase ein selbständiges kernartiges Gebilde läge.

Es fragt sich nun, ist die Gestalt der Zellen, wie ich sie eben beschrieben habe, die natürliche, oder ist sie durch die Behandlung mit Härtungsflüssigkeiten etc. künstlich erzeugt?

Forel macht bereits darauf aufmerksam, dass man die blasenförmigen Zellen nach verschiedenen Härtungsmethoden, sowohl nach Behandlung mit Alkohol als mit Lösungen von Chromsalzen findet; ich kann hinzufügen, dass sie auch nach der überaus raschen Härtung mit 2procentiger Osmiumsäure angetroffen werden, allerdings durchgehends kleiner. Es ist ferner sicher, dass, wo man sie überhaupt findet, sie immer die gleichen Prädilektionsstellen einnehmen, und dass sie mitten unter anderen Ganglienzellen stehen, die ihre bekannte Form ganz unverändert erkennen lassen. Diese Umstände würden einigermaßen dafür sprechen, dass die Blasenform die diesen Zellen eigenthümliche und natürliche sei.

Indem ich mich nach anderen Hilfsmitteln der Untersuchung umsah, fand ich zunächst, dass Zupfpräparate über die Gestalt dieser Zellen wenig Aufschluss geben. Ich kann nicht behaupten, dass ich in solchen Präparaten blasenförmige Zellen mit allen ihren charakteristischen Eigenschaften gesehen hätte: nach kurzdauernder Einwirkung von Deiters'scher Lösung auf frische Gehirnsubstanz (vom Maulwurf, Kaninchen und Maus) erschienen Blasen, die allem An-

schein nach mit Wasser gefüllt waren und einen Kern beherbergten: von sonstigem Inhalte, Protoplasma und Randkernen konnte ich mich nicht mit Sicherheit überzeugen. Schnitte, welche ich nach der Angabe von Hubrich[1] aus frischen Gehirnen anfertigte und der Wirkung von destillirtem Wasser aussetzte, zeigten Blasen, welche ich von jenen nicht mit Bestimmtheit zu unterscheiden vermochte.

Nach manchen fruchtlosen Bemühungen mit Zupfpräparaten in frischem und in macerirtem Zustand habe ich auf weitere Untersuchungen in dieser Richtung verzichtet, um so mehr als ich von später angefertigten Schnittpräparaten eine wesentliche Förderung erfahren zu haben glaube. Eine ganze (horizontale) Schnittreihe durch ein Maulwurfgehirn, welches wie alle anderen gehärtet und behandelt worden war, zeigt nämlich relativ sehr wenige blasenförmige Zellen, und zwar gerade in jenen Theilen, welche nach anderen Schnitten fast nur aus solchen zusammengesetzt zu sein scheinen. Es ist nun höchst interessant. Präparate dieser Reihe mit den entsprechenden einer anderen zu vergleichen: die Verschiedenheit der histiologischen Bilder ist frappant: hier eine Masse blasenförmiger Zellen, eine an der anderen, so dass man nach anderen Formen suchen muss, — dort an der gleichen Stelle, z. B. Thalamus opticus, lauter sternförmige Zellen und nur sehr vereinzelt in verschwindender Zahl blasenförmige. Auffallend ist auch, dass die blasenförmigen Zellen der einen Reihe die sternförmigen der anderen in der durchschnittlichen Größe übertreffen, wobei ich natürlich dieselben Standorte in Vergleich ziehe. Wenn ich es hiernach als wahrscheinlich hinstelle, dass die Blasenform dieser Zellen ein Kunstprodukt ist, so glaube ich damit Angesichts meiner Präparate nichts Gewagtes auszusprechen. Ich vermag dieser Ansicht noch eine weitere Stütze zu geben: in der Schnittreihe, welche ich soeben besprochen habe, zeigen die Bindegewebszellen der Marksubstanz eine Gestalt, welche jener der Blasenzellen in hohem Grade ähnlich ist; der Kern derselben liegt mit wenigen Protoplasmakörnchen in rundlichem Hohlraum: dieser ist von scharfer Kontur umzogen, an welcher »Kerne« anliegen, gerade wie bei den Blasenzellen; wo zwei solcher Bindegewebszellen an einander grenzen, zieht sich die Kontur wie ein Faden zwischen ihnen durch. Es ist klar, dass diese Zellen künstlich verändert sind; ihre wirkliche Gestalt, die man nach der Methode von Boll mit Leichtigkeit demonstriren kann, habe ich oben (pag. 618) beschrieben. Sie haben in

[1] a. a. O. pag. 391.

einem Theil meiner Präparate eine Formveränderung erlitten, analog derjenigen, welche für gewöhnlich gewissen Nervenzellen die Blasenform verleiht.

Wenn ich annehme, dass letztere eine künstlich erzeugte ist, so liegt es mir ob die Einzelnheiten ihrer Erscheinung zu erklären: ihren scharfen Rand und »die Randkerne«. Was den ersteren betrifft, so habe ich schon gesagt, dass nichts für die Existenz einer eigenen Zellmembran spricht, dagegen kann man sich denselben recht gut entstanden denken unter dem Einfluss einer starken Quellung des Protoplasmas der Zelle, welches der Kugelform zustrebend das umgebende Gewebe aus einander drängt, spannt und so die scharfe Kontur erzeugt. Für diese Erklärung spricht einmal das Aussehen derselben, dann die Differenz im Durchmesser der Zellen je nach der Gestalt, in welcher sie erscheinen, ferner das angeführte Verhalten der Gehirnsubstanz kleiner Säuger gegen Deiters'sche Lösung, endlich der Umstand, dass in rasch härtenden Medien 2procentiger Osmiumsäure) die Blasen kleiner sind.

Was die Randkerne betrifft, so habe ich bereits oben gesagt, dass sie manchmal als selbständige Gebilde vorgetäuscht werden durch Abschnitte von benachbarten Zellen, welche unter dem Einfluss der Quellung in unmittelbaren Bereich der Blasen gelangen, so dass sie sich deren Form anbequemen müssen; andere Male mögen wirklich Bindegewebszellen unmittelbar am Rand der Blasen liegen; in der großen Mehrzahl aber halte ich die »Randkerne« nicht für wirkliche in der Wandung gelegene Kerne, sondern für Bilder von der Innenfläche der Blasenwandung, welche desshalb ein regelmäßiges Aussehen haben, weil sie Segmente einer kugelförmigen Fläche vorstellen. Ich glaube dies aus dem Verhalten schließen zu müssen, welches die Bindegewebszellen in meinen Horizontalschnitten zeigen: hier wird gewiss Niemand an selbständige »Randkerne« denken.

Wie es kommt, dass in allen Präparaten blasenförmige Zellen unmittelbar neben solchen gefunden werden, deren bekannte Gestalt völlig wohlerhalten ist, darüber vermöchte ich bloß Vermuthungen zu äußern. Ich werde auch nicht im Stande sein anzugeben, welches überall die wirkliche Gestalt der fraglichen Gebilde ist und mich daher auch in den folgenden Beschreibungen der von Schnittpräparaten entlehnten Bezeichnung »blasenförmige Zellen« bedienen müssen.

3) Pyramidenzellen. Die allgemeine Gestalt dieser für die Großhirnrinde der Säuger charakteristischen Gebilde ist nach den maßgebenden Untersuchungen von Meynert[1] bekannt, nur über einen Punkt herrscht Kontroverse, über die normale Gestalt des Kernes, welche nach Meynert ausschließlich pyramidenförmig sein soll. Ich gehe auf diesen Gegenstand nicht weiter ein, sondern bemerke nur, dass ich wie andere Untersucher[2] in Schnitt- und Zupfpräparaten neben pyramidenförmigen auch runde Kerne gesehen habe. Mich interessirt hier hauptsächlich die Frage, ob die Pyramidenzellen nach dem von Deiters[3] aufgestellten Typus der »centralen Ganglienzelle« gebaut sind, ob sie also neben einer Anzahl sogenannter Protoplasmafortsätze, welche sich verästeln, noch einen Fortsatz aussenden, welcher von Anfang an die Bedeutung eines Achsencylinders hat, ganz unverästelt bleibt und zu einer markhaltigen Nervenfaser wird. Für diese Hypothese liegt bis jetzt nur ein einziger vollgültiger Beweis vor: Koschewnikoff[4] gelang es aus der Großhirnrinde des Menschen eine große Pyramide zu isoliren, deren mittlerer Basalfortsatz sich nicht verästelte und in einer gewissen Entfernung von der Zelle »sich mit einem Myelinlager bedeckte«. Ein einziges Mal habe ich in zahlreichen Zupfpräparaten, welche ich von der Großhirnrinde des Kaninchens und Maulwurfs anfertigte, eine Beobachtung gemacht, welche mir interessant genug erscheint, um sie hier mitzutheilen. Figur 37 zeigt eine Pyramide der Großhirnrinde des Kaninchens, welche nach Maceration in Deiters'scher Lösung durch Zupfen vollständig isolirt wurde. Die Zelle hatte einen Querdurchmesser von 0,018 mm und zeigte drei starke Fortsätze, welche an ihrer Granulirung und faserigen Struktur sofort als Protoplasmafortsätze erkannt wurden, im Übrigen aber so verstümmelt waren, dass man nicht einmal mit Sicherheit sagen konnte, wo die Spitze, wo die Basis der Zelle war; von der Basis eines Fortsatzes zweigte sich ziemlich plötzlich eine 0,092 mm lange Faser ab, welche ganz unverästelt blieb, allmählich dünner wurde und vor ihrem Ende in mehrfachen Abständen vier Anschwellungen zeigte, welche verschiedene Größe und unregelmäßige Form hatten. Dieser Fortsatz unterschied sich aufs deutlichste von einem Protoplasmafortsatz, hatte vielmehr ganz das starre, homogene Aussehen eines Achsencylinders, welchen Cha-

[1] Meynert a. a. O. I: II. Heft pag. 203 und II: pag. 708.
[2] Forel (a. a. O. II. pag. 446) — vgl. auch Boll (a. a. O. pag. 80).
[3] a. a. O. pag. 53 ff. [4] a. a. O. pag. 374.

rakter ich mit aller Bestimmtheit für denselben in Anspruch nehme. Weniger entschieden bin ich in der Deutung jener Anschwellungen: am ehesten möchte ich dieselben für beginnende Markumhüllungen halten, da sie, wenigstens die größeren, für einfache Varicositäten eines Achsencylinders zu unregelmäßig gestaltet waren; ich muss aber zugeben, dass eine doppelte Kontur bei der größeren Anschwellung nur auf der Seite deutlich war, nach welcher die Anschwellung sich entwickelt hatte. Von der Beobachtung Koschewnikoff's weicht der vorstehende Befund in so fern ab, als der Achsencylinderfortsatz hier nicht als mittlerer Basalfortsatz, sondern an der Basis eines großen Protoplasmafortsatzes entsteht, ein Vorkommnis, welches an anderen Ganglienzellen schon von Deiters[1] beobachtet worden ist. —

II. Rinde des Großhirns.

Die Rinde des Großhirns hat einen geschichteten Bau, welcher sich zum Theil schon makroskopisch ausdrückt. Die oberflächlichste Schicht wird überall gebildet von einer Lage weißer Substanz, welcher die verschiedenen Autoren je nach ihrer Auffassung verschiedene Namen und Charakter beigelegt haben. Es ist bis jetzt nicht endgültig entschieden, ob sie körnig oder faserig, nervös oder bindegewebig ist[2]. Indem ich eines der schwierigsten Probleme der Histologie nur erwähne, beschränke ich mich darauf, die oberflächliche Rindenschicht so zu beschreiben, wie sie bei mäßiger Vergrößerung erscheint. Sie hat im Allgemeinen ein gleichmäßiges, sammtartiges, fein granulirtes Aussehen; eine daneben bestehende undeutliche, streifige Zeichnung ist nachweislich nicht auf die weiße Substanz selbst, sondern auf die Fortsätze zurückzuführen, welche von den Zellen der unterliegenden Rindenschicht in sie eindringen. Sie beherbergt eine nach dem Alter des Individuums wechselnde[3] Menge von freien Kernen verschiedener Gestalt und eine spärliche Anzahl kleiner pyramidenförmiger Nervenzellen. Außerdem ist dieselbe, wie Kölliker[4] zuerst gezeigt hat, die Trägerin einer großen Menge markhaltiger Nervenfasern, welche in ihrer Mehrzahl der Oberfläche

[1] a. a. O. pag. 56.

[2] Eine gute kritische Zusammenstellung der Litteratur dieses Gegenstandes giebt Fr. Boll a. a. O. pag. 37 ff.; vgl. außerdem die spätere Arbeit von Eichhorst (a. a. O. pag. 463).

[3] Boll a. a. O. pag. 44.

[4] a. a. O. pag. 304.

parallel verlaufen und ein Netz bilden, welches fast die ganze Dicke des weißen Rindensaumes einnimmt, und nur den alleräußersten Rand frei lässt. Die weiße Rindenschicht hat nicht überall dieselbe Breite; sie misst beim Maulwurf an der Konvexität durchschnittlich 0,22 mm, am Lobus olfactorius dagegen 0,35 mm: etwas breiter wird sie an den Kanten, in welchen zwei Flächen an einander stoßen, z. B. am dorsalen Rand des Gyrus fornicatus; am mächtigsten ist sie am Ammonshorn, wo sie die Dicke von 1 mm erreicht.

Unter dieser oberflächlichen weißen Schicht liegt das eigentliche Rindengrau, dessen Farbe bedingt ist durch den Reichthum an Zellen. Die Nervenzellen der Hirnrinde sind verschieden nach ihrer Gestalt, Größe und Anordnung. Diese drei Faktoren bedingen, wie bei anderen Säugern, so auch beim Maulwurf die Schichtung des Rindengrau, indem nämlich die Zellen von gleicher Gestalt und Größe immer in derselben Zone zusammenstehen[1]. Da aber in einzelnen Theilen der Großhirnrinde Zellenformen vorkommen, welche in anderen entweder vollständig fehlen oder sehr zerstreut stehen, so muss man wegen der Verschiedenheit der Schichtung, welche sich daraus ergiebt, mehrere Regionen der Hirnrinde unterscheiden.

In allen Regionen finden sich blasenförmige Zellen, am meisten in den tieferen Schichten und vorzugsweise am Anfang des Gyrus hippocampi. Gleichfalls in der ganzen Hirnrinde trifft man Pyramidenzellen, die eigentlich charakteristischen Formelemente derselben; nach ihrer Größe unterscheide ich kleine, welche an ihrer Basis weniger als 10 μ breit sind, mittlere von 10—15 μ und große von 15—20 μ Breite. Dass es dazwischen Übergänge giebt, braucht kaum bemerkt zu werden. Die Länge derselben lässt sich wegen des allmählichen Überganges in den (stets verästelten) Spitzenfortsatz nur mit einiger Willkür messen. Misst man diesen mit, so kann man nicht sagen, dass die Länge im Allgemeinen in direktem Verhältnis zur Breite der Basis steht: manche mit schlankem Leibe zeichnen sich durch besonders lange Spitzenfortsätze aus, z. B. diejenigen der gerollten Schicht des Ammonshornes.

Es kommen ferner zweifellos spindelförmige Zellen in der

[1] In Bezug auf die Eintheilung der Rinde in Schichten herrscht unter den Autoren nichts weniger als Übereinstimmung: eine gute Zusammenstellung der betreffenden komplicirten Litteratur giebt Henle a. a. O. pag. 276 u. ff. Indem ich im Allgemeinen das Eintheilungsprincip von Meynert a. a. O. II. p. 707) annehme, halte ich mich in der speciellen Beschreibung ausschließlich an den Maulwurf und das Kaninchen.

Rinde vor, wie sie Meynert zuerst beschrieben hat. Sie sind beim Maulwurf durchschnittlich 5 μ breit, 20—30 μ lang und haben schöne spindelförmige Kerne.

Endlich sind hier Zellen zu erwähnen, welche gewöhnlich unter dem Namen »Körner« zusammengefasst werden. Solcher »Körner« giebt es zweierlei: kleine, welche in außerordentlich großer Anzahl im Bulbus olfactorius und am Kopf des Streifenhügels vorkommen, — und größere, welche die Fascia dentata bevölkern. Sie sollen mit diesen Rindenpartien zusammen abgehandelt werden.

Nach der Verschiedenheit der Schichtung unterscheide ich in der Hirnrinde folgende Regionen, welche mit Ausnahme der beiden ersten gut von einander geschieden sind:

1) vordere Region,
2) hintere Region,
3) Ammonshorn,
4) Septum pellucidum,
5) Bulbus olfactorius,
6) Rinde am Kopf des Streifenhügels,
7) Lobus pyriformis.

Die vordere Region reicht nach vorn bis an den Bulbus olfactor., lateralwärts bis an die »Grenzfurche des Lobus olfactor. und setzt sich allmählich in die hintere Region fort. Ich zähle an ihr von außen nach innen im Ganzen folgende 5 Schichten:

1) die weiße Schicht, 0,220 mm,
2) die Schicht der mittleren Pyramiden 0,650 mm,
3) die Schicht der großen Pyramiden 0,250 mm,
4) die Schicht der kleinen Pyramiden 0,500 mm,
5) die Schicht der spindelförmigen Zellen 0,020—0,030 mm breit.

Die Anordnung der einzelnen Zellen in ihren Schichten ist bemerkenswerth. Am gleichmäßigsten sind die großen Pyramiden aufgestellt; in mehreren Reihen stehen sie, die hinteren in den Lücken der vorderen, und ragen mit ihren langen, oft leicht spiralig gewundenen Spitzenfortsätzen bis weit in die zweite Schicht hinein. — Die kleinen Pyramiden liegen in langen, der Oberfläche parallelen Nestern beisammen, doch geht die Richtung der Spitzenfortsätze auch hier gegen die Oberfläche.

Die Lage der spindelförmigen Zellen ist im Ganzen sehr dünn; etwas stärker finde ich sie da, wo der lateralste Theil der Balkenfaserung sich mit der dorsalen Schicht des Hemisphärenmarkes ver-

mischt (vgl. unten pag. 650); hier kann man auch vereinzelt Spindeln zwischen den Markfasern liegen sehen. Überall sind sie der Oberfläche der Hirnrinde parallel gestreckt.

Innerhalb der zweiten Schicht ist die Anordnung so, dass die Zellen an der Grenze gegen den weißen Saum viel dichter stehen, als in der Nähe der dritten Schicht. Dies tritt noch deutlicher als in der vorderen Region im Lobus pyriformis hervor, wie wir später sehen werden.

Hintere Region. Verfolgt man in einem Sagittalschnitt aus der Nähe der Mittellinie die Zellenreihen von vorn nach hinten, so sieht man, wie allmählich innerhalb der zweiten Schicht eine fast rein weiße, zellenfreie Zone auftritt, welche auch schon makroskopisch an Karminpräparaten als heller, parallel der Oberfläche verlaufender Streifen sichtbar ist. Dadurch wird also in der hinteren Region die zweite Schicht wieder in zwei Abtheilungen zerlegt, eine äußere und eine innere, geschieden durch eine sehr zellenarme Zone. Dies ist außer einer etwas deutlicheren Separirung der großen Pyramiden die einzige Änderung, welche die hintere Region gegenüber der vorderen auszeichnet: sie ist also siebenschichtig. Als vordere Grenze für die so charakterisirte hintere Region lässt sich keine bestimmte Querebene angeben; beim Maulwurf erstreckt sie sich nicht über den Bereich des Balkenwulstes nach vorn, während sie beim Kaninchen viel weiter reicht. Somit bestätigt sich auch durch die Struktur der Rinde, was sich bei der makroskopischen Untersuchung vermuthen ließ, dass das Occipitalhirn beim Maulwurf sehr gering entwickelt ist.

Indem die Rinde um das Splenium corporis callosi herumziehend in den Anfang des Gyrus hippocampi übergeht, zeigt sie einmal eine allgemeine Dickenabnahme sämmtlicher Schichten, wodurch die Einfachheit der Rindenstruktur des Ammonshornes vermittelt wird, daneben aber eine Veränderung, welche sich allmählich in der Zusammensetzung der zweiten Schicht vollzieht, dergestalt, dass die mittleren Pyramidenzellen der letzteren mehr und mehr verdrängt und ersetzt werden durch andere merklich kleinere Elemente. Solche, zum großen Theil blasenförmige, bilden am Anfang des Gyrus hippocampi fast ausschließlich die zweite Rindenschicht und geben ihr ein charakteristisches, sofort auffallendes Aussehen.

Ich halte es für vortheilhaft, bevor ich zur Beschreibung des Ammonshornes übergehe, den Faserverlauf innerhalb der Hirnrinde

zu besprechen. Für diesen Zweck kommen mir mehr als alle meine Präparate Schnitte zu Statten, welche von Herrn Professor v. Gudden vor Jahren mit freier Hand angefertigt und in ausgezeichneter Weise mit Goldchlorid gefärbt wurden. Sie bilden zwei Frontalschnittreihen durch Kaninchenhirne, welche ich hier, wo es sich um Verhältnisse von allgemeiner Gültigkeit handelt, unbedenklich dem Maulwurfgehirn substituire. Übrigens decken sich die Befunde mit jenen, welche meine Karmin-, Osmium- und einzelne Goldpräparate vom Maulwurf ausweisen, so weit dieselben überhaupt eine Erkenntnis dieser Verhältnisse gestatten.

Indem die Nervenfasern sich aus dem Mark der Hemisphäre erheben[1], um in die Zellenschicht der Rinde überzutreten, haben sie eine radiäre Richtung. Dabei begegnen sie sofort einem System zahlreicher Fasern, welche der Oberfläche der Rinde parallel verlaufend sie kreuzen. Ob diese letzteren aus radiären Fasern durch Umbeugung hervorgegangen sind oder ob sie als Eigenfasern der Rinde in dieser entstehen und enden, will ich vorerst nicht untersuchen. Sie haben mit den radiären Fasern gleiches Kaliber. Beide Fasersysteme bilden ein grobmaschiges Netz, welches schon mit schwacher Vergrößerung sichtbar ist und dessen Maschen bei aller Unregelmäßigkeit eine unverkennbare Tendenz zur viereckigen Form zeigen. Es ist selbstverständlich, dass dieses Netz sich bis zu einem gewissen Grad nach der Größe und Gruppirung der Zellen richten muss: zwischen größeren Zellen werden die Maschen etwas weiter sein müssen, als zwischen kleinen, welche zudem dicht gedrängt stehen: so sind beispielsweise die Maschen in dem zellenreichen Theil der zweiten Schicht zweifellos enger als in der dritten Schicht. Allein diese Abhängigkeit geht nicht so weit, dass dadurch die Schichtung der Hirnrinde zum Ausdruck gebracht würde. In gelungenen Goldpräparaten, welche nur die Fasern hervortreten lassen, vermag man z. B. nur annäherungsweise und mit Unsicherheit zu sagen, wo vermuthlich die großen Pyramiden liegen, — so sehr ist das Bild der Schichtung im Fasernetz verwischt. Diese Thatsache, deren Erklärung später versucht werden soll, ist sehr bemerkenswerth. Außerdem lässt sich zweierlei mit Leichtigkeit nachweisen: erstens, dass zwar im Allgemeinen das Kaliber der radiären Fasern gegen die Oberfläche zu geringer wird, zweitens, dass eine ganze Menge Nervenfasern mit gleichem oder doch sehr wenig ver-

[1] Vgl. Fig. 8 *R*.

ringertem Kaliber nicht nur bis in die äußerste Zellenschicht sondern zum Theil sogar bis in die weiße Schicht vordringt.

Alle Nervenfasern, welche an dem beschriebenen Netz sich betheiligen, führen, so fein sie auch in ihrem Verlauf geworden sind, deutliche Markscheiden. Zur Erklärung der kontinuirlichen Abnahme ihres Kalibers gegen die Oberfläche hin, möchte man am liebsten eine fortgesetzte Theilung der einzelnen Fasern annehmen; eine solche wurde von KÖLLIKER[1] niemals gesehen, wird aber von BOLL[2] als eine eben so häufige wie leicht zu konstatirende Thatsache beschrieben. An meinen Schnittpräparaten habe ich die BOLL'sche Angabe nicht bestätigen können; ich würde aber einem Schnittpräparat in dieser Sache überhaupt nur unter den denkbar günstigsten Verhältnissen eine Beweiskraft beimessen. Die Theilung der Nervenfasern hat indessen den höchsten Grad von Wahrscheinlichkeit erlangt durch die Entdeckung GERLACH's[3], welche für die Lehre vom Aufbau des centralen Nervensystems von fundamentaler Bedeutung ist und welche in aller Kürze hier wiederzugeben ich mir nicht versagen darf. Nach GERLACH liegt in den groben Maschen jenes soeben beschriebenen Netzes »neben den Ganglienzellen ein zweites, äußerst feinmaschiges Nezt feinster, nicht mehr markhaltiger Fasern, welche, so wie das Netzwerk überhaupt, nur mittels starker Immersionssysteme anschaulich gemacht werden kann. An der Bildung dieses zweiten Netzes betheiligen sich einerseits die feinsten Ausläufer der Protoplasmafortsätze der Nervenzellen, andererseits entwickeln sich aus diesem Netz breitere und sich bald mit Mark umgebende Nervenfasern, welche sodann in das erste großmaschige Netz markhaltiger Fasern eintreten«. Wenn es gestattet ist, die GERLACH'schen Angaben, deren Richtigkeit überdies von BOLL[4] nicht nur für das Großhirn bestätigt, sondern auch für das Kleinhirn erwiesen wurde, zu verwerthen, so findet durch sie die sonst räthselhafte Erscheinung ihre Erklärung, dass die Maschenweite des groben Netzes nicht in direktem Abhängigkeitsverhältnis von der Gruppirung und Größe der Zellen steht. Der Einfluss dieser beiden Faktoren wird durch das zwischengeschobene zarte Netz verwischt und kommt nur da zur Geltung, wo entweder die Zellen außerordentlich dicht stehen, wie in der II. Schicht des Lobus olfactor., oder wo sie in schmaler

[1] a. a. O. pag. 307. [2] a. a. O. pag. 74. [3] a. a. O. pag. 273.
[4] a. a. O. pag. 82.

Zone zwischen zwei völlig weißen Schichten stehen: das Letztere werden wir beim Ammonshorn finden.

Nach der Gerlach'schen Entdeckung, im Zusammenhalt mit der Thatsache, dass ein Basalfortsatz der großen Pyramidenzellen den Achsencylinder je einer markhaltigen Faser bildet, wird man sich den Ursprung der Nervenfasern in der Rinde folgendermaßen zu denken haben: zum Theil gehen sie direkt aus den Achsencylinderfortsätzen der Pyramiden hervor, zum Theil entstehen sie durch Vermittlung des feinen Netzes aus den Protoplasmafortsätzen der Rindenkörper, erstarken durch Vereinigung mehrerer in ihrem Kaliber, umhüllen sich mit Mark und bilden das großmaschige Netz.

Eine Eigenschaft des letzteren findet durch die Gerlach'sche Entdeckung ihre Erklärung nicht: das ist die eigenthümliche, dem Viereck sich nähernde Maschenform, welche dadurch zu Stande kommt, dass die radiären Bündel annähernd rechtwinklig gekreuzt werden von anderen, der Oberfläche parallel verlaufenden. Die Richtung dieser letzteren macht den unmittelbaren Eindruck, dass es sich hier um ein System von Fasern handelt, deren ganzer Verlauf sich innerhalb der Rinde abspielt, indem sie in transversaler Richtung eine Verknüpfung benachbarter oder entfernter Rindenpartien der gleichen Hemisphäre bewerkstelligen, mit anderen Worten, dass sie Associationsfasern von transversalem Verlauf sind. Bei der Beschreibung des Hemisphärenmarkes werde ich es zu erweisen suchen, dass ein zweites System von gleicher Bedeutung in sagittaler Richtung die Hemisphäre durchzieht.

Ich habe bereits gesagt, dass aus dem großmaschigen Netz eine Menge von Nervenfasern bis in die weiße Schicht vordringt[1]. Zum Theil bilden sie, alsbald in die Zellenschicht zurückkehrend, Schlingen; im Allgemeinen verlaufen sie der Oberfläche parallel, durchkreuzen aber einander in der weißen Schicht vielfach unter spitzen Winkeln und bilden so ein Netz mit der Länge nach gerichteten Maschen, welches die ganze Dicke der weißen Schicht einnimmt mit Ausnahme des oberflächlichsten, an allen Präparaten etwas schmutzig gelblichen Saumes. An Frontalschnitten kann man sehen, wie diese Fasern innerhalb der weißen Schicht des Gyrus fornicatus eine dorsal-ventrale Richtung verfolgen, in den Balken übertreten und diesen durchsetzen: sie gelangen so höchst wahrscheinlich theils

[1] Vgl. Fig. 8 und 29 *s. alb.*

direkt ins Septum pellucidum, theils zum Bogenbündel des Septum pellucidum (vgl. dieses pag. 640).

Was die Bedeutung des oberflächlichen Fasernetzes betrifft, so spricht die Art des Verlaufes, wie auch die Schlingenbildung für die Ansicht von Meynert[1], dass es als ein System von Associationsfasern aufzufassen ist.

Das im Vorstehenden entworfene Bild vom Faserverlauf innerhalb der Hirnrinde entspricht in gleicher Weise der vorderen und der hinteren Region. In Bezug auf die letztere bemerke ich noch, dass ich nicht in der Lage war, eine dem weißen Streifen dieser Gegend entsprechende besondere Faserlage, wie sie von einzelnen Autoren angenommen wird, nachweisen zu können.

Ammonshorn. Das eigentliche Rindengrau ist nirgendwo so einfach gebaut wie im Ammonshorn: gleichwohl bringt die Konfiguration desselben, die Einrollung, eine Komplikation in der Schichtung mit sich, welche eine ausführliche Besprechung erheischt. Ich knüpfe dieselbe an die Figur 8 an, welche einem zur gewölbten Oberfläche des Ammonshornes radiär angelegten Schnitt entspricht.

Wie die übrige Rinde, so wird auch das Ammonshorn an seiner Oberfläche von einer zellenarmen, weißen Schicht überzogen: dies gilt sowohl von der Lamina superficialis wie von der Lamina profunda und von der Fascia dentata. Bei diesen Theilen liegt aber die ideale Oberfläche nicht überall frei zu Tage; sie ist versteckt da, wo in Folge der Umrollung zwei Flächen sich an einander legen, z. B. zwischen der Lamina superfic. und Fascia dentata. Auch an diesen Stellen werden beide Flächen mit je einer weißen Schicht überzogen, welche theils durch herüber- und hinübertretende Nervenfasern, theils durch Blutgefäße mit einander verkleben, die von der Pia mater aus eindringen und nach beiden Seiten hin Ästchen abgeben.

Die weiße Schicht führt wie an der übrigen Rinde so auch am Ammonshorn ein der Oberfläche paralleles Netz markhaltiger Nervenfasern; aber es ist eine Eigenthümlichkeit des Ammonshornes, dass dieses Netz eine ungemeine Mächtigkeit erlangt, so dass in den Maschen desselben kaum noch etwas von der granulirten weißen Substanz sichtbar ist. Dieser Umstand rechtfertigt es vollständig, dasselbe mit einem eigenen Namen, als Kernblatt (Meynert) zu

[1] Meynert äußert diese Ansicht nur (a. a. O. 1. Jahrg. II. pag. 92) in Betreff der ganz analogen Substant. reticular. und des Kernblattes vom Ammonshorn.

bezeichnen. Das Kernblatt wird nur verständlich durch die Analogie mit dem oberflächlichen Fasernetz der übrigen Hirnrinde: diese Auffassung schließt aber die Nöthigung in sich, dasselbe als einen Theil der weißen Schicht anzusehen, deren oberflächlichste Lage es bildet.

Innerhalb des Kernblattes selbst zeigen die Fasern wieder eine Scheidung in zwei Abtheilungen, von welchen ich die oberflächliche schlechtweg Kernblatt (Lamina medullaris s. str.), die tiefere Stratum lacunosum (MEYNERT) nenne.

Die tiefe Lage der weißen Schicht hat wieder ganz das gleichmäßig granulirte, charakteristische Aussehen, und enthält nur wenige Nervenfasern: sie wird ihrer ganzen Dicke nach durchzogen von den langen Spitzenfortsätzen der unterliegenden Pyramiden und bekommt dadurch eine radiäre Streifung von außerordentlicher Regelmäßigkeit und Deutlichkeit, welche ihr den Namen Stratum radiatum eingetragen hat.

Die Zellenschicht (Strat. corporum nerveorum besteht aus großen Pyramiden, welche zu drei Reihen, wie zwischen einander gekeilt, dastehen, die Basalfortsätze gegen die Ventrikeloberfläche gekehrt, während die Spitzenfortsätze wie Palissaden von imponirender Länge in die weiße Schicht hineinragen. Die Zellenschicht ist im Ganzen nur 0,140 mm breit, nimmt aber am Saum (vgl. pag. 634) der Lamina profunda cornu Ammonis, wo diese von der Fascia dentata umfasst wird, allseitig zu, so dass sie hier eine Breite von 0,650 mm erreicht.

Verfolgt man die Zellenschicht durch die Faltung des Ammonshornes hindurch bis in die Lamina profunda, so sieht man, wie kurz vor dem Beginn der letzteren ein ganz heller Streifen, von scharfen Linien begrenzt, sich zwischen die Pyramiden und die weiße Schicht einschiebt. Ich nenne denselben »lichte Zone« (Stratum lucidum). Dieselbe beginnt in der Lamina superficial. cornu ammonis an der Basis der Spitzenfortsätze der Pyramiden ganz schmal, wird gegen die Lamina profunda kontinuirlich breiter und verliert sich mit einer Breite von 0,180 mm im Saum der letzteren. An Karminpräparaten sieht man im Stratum lucidum nichts als die Spitzenfortsätze der Pyramiden, welche, um in die weiße Schicht zu gelangen, dasselbe in radiärer Richtung durchsetzen: Goldpräparate vom Maulwurf haben mir aber gezeigt, dass es sein helles Aussehen erhält von einem Zug markhaltiger Nervenfasern, welche in der Nähe der Pyramidenkörper entstehen und im Sinne der Faltung des Ammons-

hornes verlaufen: auf diesem Weg treten fortwährend neue Fasern hinzu, wodurch sich die Verstärkung des Bündels gegen die Lamina profunda hin erklärt[1].

Indem ich zur Beschreibung der Schicht übergehe, welche unter dem Rindengrau des Ammonshornes, d. h. unter der Zellenschicht liegt, gelange ich wieder zu einer Eigenthümlichkeit dieses Rindenabschnittes. In allen übrigen Regionen liegt direkt unter der Zellenschicht die kompakte Markmasse; anders beim Ammonshorn. Hier liegt zwischen dem Rindengrau und dem Mark eine im Mittel 0,300 mm breite Schicht von eben jener histologischen Beschaffenheit, welche die weiße Schicht zeigt; ich nenne sie die »tiefliegende weiße Schicht« (Stratum album profundum)[2].

Unter dieser Schicht liegt, die Ventrikeloberfläche des Ammonshornes bildend, das Mark, welches als Muldenblatt (Alveus) bekannt ist.

Ich zähle also im Ammonshorn, um dies übersichtlich zusammenzufassen, folgende Rindenschichten von außen nach innen:

1) die oberflächliche weiße Schicht (Strat. album superficiale), bestehend aus:
   a) dem Kernblatt im engeren Sinne (Lamina medullaris s. str.),
   b) dem Stratum lacunosum und
   c) dem Stratum radiatum;
2) die lichte Zone (Stratum lucidum), welche nicht im ganzen Ammonshorn vorhanden ist;
3) die Zellenschicht (Stratum corporum nerveorum) und
4) die tiefe weiße Schicht (Stratum album profundum).

Das Muldenblatt zähle ich hier eben so wenig mit, wie ich bei der vorderen Region das Hemisphärenmark als Rindenschicht aufgeführt habe. Ich muss aber vom Muldenblatt ausgehen, um den Faserverlauf im Ammonshorn beschreiben zu können.

---

[1] Ich finde das Strat. lucidum, obgleich es, wie ich bestimmt versichern kann, auch beim Menschen in ganz gleicher Weise existirt, bei keinem Autor beschrieben. Auch die schönen Abbildungen von Henle (a. a. O. Fig. 206) und Meynert, enthalten keine Andeutung desselben.

[2] Diese Schicht, welche Kupffer (a. a. O. pag. 15) als Stratum moleculare (primum) beschrieben hat, wird von Meynert (a. a. O. I.: Jahrg. II. pag. 96) für den Menschen geleugnet. Ich muss auf Grund von guten Präparaten, welche mir vorliegen, mit Henle (a. a. O. pag. 280 und Fig. 206 daran festhalten, dass dieselbe auch beim Menschen existirt.

In allen Schnitten, welche im Sinne eines Radius der gewölbten Oberfläche des Ammonshornes angelegt sind (Fig. 8), folglich alle Schichten quer treffen, sieht man die Fasern des Muldenblattes nach kürzerem oder längerem Verlauf schräg abgeschnitten: die Richtung derselben zeigt nach der Fimbria und der Schein, als ob sie schließlich alle in diese einträten, wird vermehrt dadurch, dass die Dicke des Muldenblattes in derselben Richtung zunimmt. In der That gelangt nur ein Theil dieser Fasern in die Fimbria; der andere Theil zieht in Spiraltouren über die ganze Länge der Kammerfläche hin und geht (als Psalterium) auf das Ammonshorn der anderen Seite über. Was man im einzelnen Schnitt sieht, ist nur ein kurzes Stück dieser langen Bahn.

Aus dem Muldenblatt treten die Fasern in das Stratum album profund.; hier haben sie zwar im Allgemeinen eine ausgesprochen radiäre Richtung, welche für das Aussehen dieser Schicht in Goldpräparaten dominirend ist, nehmen aber gegen die Zellen hin vielfach einen mehr schiefen Verlauf an und durchkreuzen dabei einander. Sie treten dann in die Schicht der Zellen ein und bilden zwischen diesen ein Netz von unregelmäßig rundlichen Maschen, in welchem, gerade wie in der übrigen Rinde, der Ursprung resp. das Ende der meisten Fasern des Muldenblattes zu suchen ist. Ein Theil derselben setzt aber mit ungeschwächtem Kaliber durch die Zellenschicht ins Stratum radiatum und noch weiter bis ins Stratum lacunosum. Auch das Stratum radiatum enthält ein großmaschiges Fasernetz, welches theils auf die Spitzenfortsätze der Pyramiden[1], theils auf die zerstreuten Zellen desselben zurückzuführen ist: es wird gegen das Stratum lacunosum immer dichter und es ist unverkennbar, wie der ganze Strom seiner Fasern sich diesem einverleibt: namentlich gegen den Übergang des oberflächlichen in das tiefe Blatt des Ammonshornes begeben sich ganze Bündel aus dem Stratum radiatum in das Stratum lacunosum. Dieses wird daher gegen die Fascia dentata zu immer mächtiger. Die Fasern des Stratum lacunosum stammen übrigens nicht allein aus dem Ammonshorn, sondern wie aus Fig. 8 hervorgeht auch aus dem Mark der Hemisphäre und dieser Umstand unter anderen gestattet es, sie mit Wahrscheinlichkeit als Associationsfasern anzusprechen. Eine Eigenschaft lässt das Stratum lacunosum gut von der Lamina medullaris s. str. unterscheiden: nämlich der Verlauf der einzelnen Fasern innerhalb der Schicht: man sieht

[1] Durch Vermittlung eines feinen GERLACH'schen Netzes.

nämlich in jedem Schnitt, senkrecht zur Oberfläche des Ammonshornes, die Fasern des Stratum lacunosum parallel den Faltungen durch die Länge der Lamina superficialis und profunda cornu ammonis verlaufend, also im Längsschnitt, während das Netz der Lamina medullaris s. str. eher quer getroffen wird. Ich kann dies nicht besser erklären, als indem ich die Richtung der Fasern im Stratum lacunosum vergleiche mit dem Verlauf des Fasciculus longitudinalis infer. (s. diesen pag. 652); sie setzen ihren sagittalen Verlauf durch alle Faltungen des Ammonshornes hindurch fort, während die Lamina medullaris sich in nichts als in ihrer Massigkeit unterscheidet vom oberflächlichen Fasernetz der Gesammtrinde, mit welchem sie in Zusammenhang steht und mit welchem sie übereinstimmt in der flächenhaften Anordnung ihrer Maschen. Das Stratum lacunosum hat seinen Namen erhalten wegen seines großen Reichthums an Gefäßkapillaren.

Über das Stratum lucidum habe ich dem oben Gesagten nichts hinzuzufügen.

Die gesonderte Betrachtung der Fascia dentata, welche durch die Eigenartigkeit dieses Gebildes geboten erscheint, muss ausgehen von dem Saum der Lamina profunda cornu ammonis. Derselbe zeigt auf dem Querschnitt eine lanzenförmige Kontur und eine gegen den übrigen Theil der Lamina profunda nicht unbeträchtliche Dickenzunahme. Die letztere ist bedingt durch eine bedeutende Verbreiterung der Zellenschicht, deren Elemente dabei nicht nur ihre regelmäßige Stellung zu einander einbüßen, sondern in Schnittpräparaten auch eine andere Gestalt, die blasenförmige, annehmen. Übrigens betheiligen sich an der Bildung des Saumes auch alle anderen Schichten der Lamina profunda: es gehen Fasern der Lamina medullaris s. str. und solche des Stratum lacunosum — hier nicht von einander zu trennen — in denselben ein, namentlich aber Fasern des Stratum lucidum; ja es scheint, dass diese letzteren alle in der Zellenschicht desselben endigen. Nach der Kammerfläche hin gehen aus der Zellenschicht Fasern hervor, welche das Stratum album profundum durchsetzen, in kurzem Verlauf das Muldenblatt bilden helfen und in die Fimbria einbiegen. Indem sich die Fascia dentata um den Saum des tiefen Blattes herumlegt und sich ihm anschmiegt, bekommt sie auf dem Querschnitt die sonderbare Form, welche die Fig. 8 wiedergiebt.

An der Fascia dentata unterscheide ich drei Schichten: 1) eine

oberflächliche, weiße, 2) eine Schicht kleiner und 3) eine Schicht großer Zellen. Die erste ist ein Theil jener weißen Schicht, die wir an der ganzen Hirnoberfläche wiederfinden, die zweite wird von Meynert Stratum corporum nerveorum arctorum genannt und die dritte bei keinem Autor als selbständige Schicht erkannt. Der Maulwurf ist, um sich davon zu überzeugen, dass sie eine eigene, und zwar zur Fascia dentata zugehörige Schicht bildet, ein sehr günstiges Objekt. Ihre Zellen sind von jenen des tiefen Blattes getrennt durch eine schmale markige Zone, sie liegen mehr zerstreut in unregelmäßiger Anordnung, mehrere hinter einander und folgen den eigenthümlichen Faltungen der Fascia dentata in alle Winkel hinein; auch die Form der Zellen hat etwas Charakteristisches; sie sind merklich größer, als die großen Pyramiden des Ammonshornes, sind auffallend vielstrahlig und zeigen eine mehr gleichmäßige Entwicklung aller Dimensionen, während bekanntlich bei den meisten Pyramiden die Längendimension dominirt. An einer derartigen, durch Zupfen isolirten Zelle hatte der pyramidenförmige Kern einen Längsdurchmesser von 15 μ, die ganze Zelle zwischen den Fortsätzen eine Breite von 22 μ; es ist schwer zu sagen, wohin diese Zellen bei der Unregelmäßigkeit ihrer Lagerung die Spitzenfortsätze richten. Was ich zur Charakteristik der dritten Schicht gesagt habe, ist schon beim Kaninchen nicht mehr so ausgeprägt, wie beim Maulwurf, und beim Menschen vollends so verwischt, dass man es schwer wiederfindet. Beim Maulwurf ist die Eigenartigkeit dieser Schicht beim ersten Anblick so auffallend, dass es unmöglich ist, sie mit den Zellen der Lamina profunda c. a. zusammenzuwerfen.

Für die kleinen Zellen der zweiten Schicht haben zuerst gleichzeitig und unabhängig von einander Arndt[1] und Meynert[2] den nervösen Charakter nachgewiesen, nachdem Kölliker[3] sie mit den »Körnern« des Cerebellum für gleichwerthig und für bindegewebig erklärt hatte. Durch Zerzupfen nach vorheriger Maceration in dünner Chromsäure kann man sich leicht von der Gestalt derselben überzeugen. Schon während des Zupfens bekommt man den Eindruck, dass man ein Objekt von festerem Gefüge zwischen den Nadeln hat, als es die Körnerschichten des Cerebellum und Bulbus olfactorius darstellen. In Fig. 38 habe ich die Gestalt der Zellen, wie sie sich

[1] a. a. O. I. pag. 456.

[2] a. a. O. I. Jahrg. II. pag. 98. vgl. auch Boll a. a. O. pag. 34.

[3] a. a. O. pag. 269, 271, 306.

mir in zahlreichen Exemplaren dargeboten haben, wiedergegeben; *a* und *b* sind die gewöhnlichen Formen, die man in jedem Zerzupfungspräparat wiederfindet: ein rundlicher Kern von 8 μ Durchmesser liegt in einer pyramidenförmigen Zelle von schlanker Figur, deren Protoplasmaleib im Verhältnis zum Kern nicht sehr groß ist und einen längeren oder kürzeren Spitzenfortsatz ausschickt: die Zahl der seitlichen Basalfortsätze ist gewiss nicht groß an diesen Zellen: ich habe nie mehr als drei an einem Exemplar gesehen. Seltener und nur nach besonders guter Maceration kann man Zellen isoliren, welche wie *c* an ihrer Basis einen unmessbar feinen, fadenförmigen Fortsatz haben. Derselbe geht unvermittelt von der Zelle ab, hat ein starres Aussehen und lässt sich nie auf eine längere Strecke isoliren. Wahrscheinlich haben alle Zellen dieser Schicht einen derartigen Fortsatz, der in den meisten Fällen abbricht. Diese Zellen liegen in einem Fächerwerk von bindegewebigen Bälkchen, welches an Schnittpräparaten außerordentlich deutlich ist. Die Zellen sind hier durch die Härtung und weitere Behandlung von ihrer Stützsubstanz gelockert und fallen sehr oft heraus, so dass man dann das bindegewebige Gerüst allein vor sich hat; man kann dasselbe nicht besser als mit dem Reticulum einer ausgepinselten Lymphdrüse vergleichen, in dessen Knotenpunkten kleine spindelförmige Kerne liegen, welche wahrscheinlich DEITERS'schen Bindegewebszellen angehören. Am stärksten sind die Bälkchen, welche in radiärer Richtung ausgespannt sind.

Der Faserverlauf in der Fascia dentata stellt sich an Goldpräparaten vom Kaninchen (Fig. 8) folgendermaßen dar: Aus der Zellenschicht im Saum der Lamina profunda c. a. treten zahlreiche Fasern in die großzellige Schicht (*K*) der Fascia dentata und bilden zwischen den Zellen derselben ein dichtes Netz, welches bis unmittelbar an die zweite Schicht heranreicht und dabei immer dichter wird. Innerhalb der zweiten Schicht (*k*) muss das Fasernetz außerordentlich fein sein; ich habe es an den schönen Goldpräparaten, welche mir vorlagen, nicht sehen können. Ein Theil der Fasern tritt mit unverändertem Kaliber in radiärem Verlauf durch die kleinzellige Schicht hindurch und bildet an der Oberfläche derselben, also in der Tiefe der weißen Schicht ein massiges Netz, ein Stratum lacunosum[1]. Aus diesem gelangen wieder Fasern in die oberflächlichste Lage der weißen Schicht, wo sie ein der Lamina medullaris s. str. des

[1] MEYNERT a. a. O. I. Jahrg. II. pag. 98.

Ammonshornes resp. der oberflächlichen Faserschicht des Gesammthirnes analoges Netz formiren. In dieses gehen auch Fasern ein aus der Lamina medullaris cornu ammonis, welche theils den Faltungen derselben folgen, theils quer hinübersetzen durch die imaginäre Spalte, welche sie von der Fascia dentata trennt.

Bei der makroskopischen Beschreibung habe ich pag. 603 gesagt, dass die Fascia dentata ventral vom Balkenwulst endigt: ich habe mich damit bewusster Weise in Widerspruch gesetzt mit allen Autoren, welche diesen Gegenstand besprachen. Sie geben nämlich übereinstimmend vom Menschen und anderen Säugern an, die Fascia dentata schlage sich über den Balkenwulst hinüber und gehe in die gleich zu beschreibende Fasciola cinerea und Taenia tecta über[1]. Indem ich den Beweis für meine abweichende Ansicht zu erbringen suche, komme ich zunächst auf die Verhältnisse zu sprechen, welche beide Ammonshörner in der Nähe der Mittellinie zu einander zeigen.

I. Ich hatte in ganz schematischer Weise den Hemisphärenmantel als eine Platte gedacht und das Ammonshorn durch eine zweimalige Faltung in der hinteren Partie desselben entstehen lassen; so bekäme dasselbe ein oberflächliches (Lamina superficialis) und tiefes Blatt (Lamina profunda). Beide Blätter haben natürlich wie die ganze Hemisphäre einen medialen Rand, beide verhalten sich aber an diesem Rand ganz verschieden. Die oberflächlichen Blätter beider Ammonshörner gehen, so weit sie den Balkenwulst nach hinten überragen (Fig. 21), mit ihrem medialen Rand kontinuirlich über in die Rinde des Gyrus fornicatus: so weit sie vom Balken bedeckt sind (Fig. 18, 19, 20), legen sie sich nahe der Mittellinie unmittelbar neben einander und verwachsen mittels ihrer weißen Schichten und der über sie hinziehenden Kommissurenfasern (Psalterium); ihre Zellenschichten gehen jedoch nicht (wie dies beim Kaninchen[2] geschieht) in einander über.

Komplicirter ist das Verhältnis der tiefen Blätter. Verfolgt man sie an einer Frontal-Schnittreihe von hinten nach vorn, so sieht man, dass ihre medialen Ränder, von der Fascia dentata umsäumt, überall eine ziemliche Strecke von der Mittellinie entfernt bleiben, doch nimmt diese Entfernung nach vorn ab. Dies beruht darauf, dass die Lamina profunda gegen die Mittellinie zu schmaler wird, so zwar, dass ihr medialster und zugleich vorderster Punkt spitz

[1] Vgl. Arnold a. a. O. pag. 766. [2] L. Stieda a. a. O. II. pag. 86.

in dem vorderen Rand der Lamina superficialis ausläuft. Dieser Punkt ist also beiden Laminae cornu ammonis gemeinsam: seine Beziehung zum tiefen Blatt bekundet sich aber darin, dass er wie dieses von der Fascia dentata umsäumt wird. Nur an diesem einen Punkt liegt die Fascia dentata unmittelbar an der ventralen Balkenfläche, i. e. Psalterium an, sonst überall ist sie durch die Lamina superficialis c. a. von derselben getrennt. Es könnten also nur an diesem Punkt die Fasciola cinerea und Taenia tecta in die Fascia dentata übergehen (notabene, wenn sie nicht in ganz unerklärlicher Weise die Lamina superficialis durchbrechen sollen) und sie müssten zu diesem Behuf um das Splenium corporis callosi herum, dann zwischen Psalterium und Lamina superficialis cornu ammonis nach vorn verlaufen bis zu jenem Punkt; sie müssten also an Frontalschnitten zwischen Psalterium und Lamina superficialis nachweisbar sein; dies ist nicht der Fall.

II. In Wirklichkeit verhält sich die Sache folgendermaßen:

Die Fasciola cinerea bildet eine ganz dünne Lage von großen Pyramidenzellen zwischen dem Balken und dem Gyrus fornicatus. Sie erstreckt sich über die ganze Länge des Balkens bis zu dessen Spitze. Auf dieser Strecke wird sie begleitet von der Taenia tecta, einem Bündel von Nervenfasern, welches auf dem Querschnitt dreieckig ist, zwischen ihr und der weißen Schicht des Bogenwulstes liegt und sich von der letzteren abhebt durch die intensive Färbung mit Karmin. Diese ist die Folge einer im Verhältnis zu den dünnen Markscheiden bemerkenswerthen Dicke der Achsencylinder. Die Taenia tecta bezieht ihre Fasern aus dem Bogenwulst. Indem die Fasciola cinerea und Taenia tecta um den Balkenwulst herumlaufen, geht jene ganz ununterbrochen in die Pyramidenschicht der Lamina superficialis cornu ammonis, diese in die Lamina medullaris s. str. über, wie die Figur 21 es zeigt.

Indem ich also nach eingehender Untersuchung behaupte, dass die Fasciola cinerea und Taenia tecta nicht in die Fascia dentata übergehen, stütze ich mich: 1) auf den sub I geführten negativen Beweis 2) auf den so eben sub II beschriebenen Nachweis einer anderen Verbindung und 3) auf die Form und Größe der Zellen der Fasciola cinerea, welche mit den großen Pyramiden des Ammonshornes, aber nicht mit den kleinen Elementen der Fascia dentata übereinstimmen. Ich beschränke meine Angaben auf den Maulwurf und die Feldmaus, halte aber den Unterschied für so bedeutsam, dass mir erneute Untersuchungen dieses Gegenstandes auch bei anderen

Säugern angezeigt erscheinen. Es kann in dieser Frage weder der makroskopische Anblick entscheiden, welcher beim Menschen allerdings sehr zu Gunsten eines Überganges der Fasciola cinerea in die Fascia dentata spricht, noch genügen einzelne mikroskopische Schnitte; nur ganz lückenlose Schnittreihen sind beweiskräftig.

Über die Taenia tecta ist noch zu sagen: ihr Querschnitt vergrößert sich von vorn nach hinten konstant bis in die vordersten Querebenen des Ammonshornes; von da an verkleinert sich derselbe rasch und trotz des Zuflusses aus dem Gyrus fornicatus konstant bis zum Splenium corporis callosi; hier geht der Rest wie oben beschrieben in die Lamina medullaris s. str. über. Danach lässt sich vielleicht vermuthen, dass ein Theil der Fasern, welche sich im Verlauf der Bogenwindung als Taenia tecta gesammelt haben, zerstreut den Balken durchbricht, und zum Ammonshorn gelangt, wie es von dem anderen Theil außer Zweifel gesetzt ist; die Taenia tecta wäre dann ein Associationsbündel zwischen dem Gyrus fornicatus und dem Ammonshorn; nachweisen konnte ich jene vermuthete Verbindung nicht. Ob die Taenia tecta zur Fasciola cinerea in einer näheren Beziehung steht, vermag ich nicht anzugeben.

Endlich ist hier das Ende des Ammonshornes an der Basis des Gehirnes, die Hakenwindung, kurz zu besprechen (Fig. 17 u. 18): sie stellt einen verkümmerten Theil des Ammonshornes dar, und kommt eben so wie dieses zu Stande durch eine zweimalige Faltung der Hirnrinde. Die beiden Blätter sind aber hier so schmal, dass sie nur als wellenförmige Schlängelungen der Zellenschicht erscheinen. Das oberflächliche Blatt führt seitwärts kontinuirlich über in die Rinde des Lobus olfactorius, das tiefe wird an seinem Rand wie überall umsäumt von der Fascia dentata.

Das Septum pellucidum ist entwicklungsgeschichtlich ein Theil der Großhirnrinde; die Zugehörigkeit zu derselben findet am Erwachsenen ihren Ausdruck in dem kontinuirlichen Übergang in zweifellose Rindengebiete und in der Gemeinsamkeit der Elemente, welche für die Hirnrinde vorzugsweise charakteristisch sind, der Pyramidenzellen. Das Septum pellucidum beginnt hinten an der Spitze des Ammonshornes und reicht nach vorn bis zur Spitze des Balkens. Man muss zwei Abtheilungen darin unterscheiden, eine vordere und eine hintere, welche an der Commissura anterior in einander übergehen. Die hinteren Abtheilungen beider Septa sind durch das Gewölbe verbunden, die vorderen legen sich unmittelbar

an einander und verwachsen: ein Ventriculus septi pellucidi existirt also nicht. Die vordere Abtheilung geht ventralwärts über in die Rinde am Kopf des Streifenhügels: sie tritt auch mit diesem selbst in enge Beziehung, indem ihre Kammerfläche vom Boden des Ventrikels aus bis zur halben Höhe von der Substanz des Streifenhügels bekleidet wird. Diese Substanz, von MEYNERT[1] »Kern der durchsichtigen Scheidewand« (Nucleus septi pellucidi) genannt, hebt sich durch ihre Struktur und durch den Faserverlauf deutlich vom eigentlichen Septum ab. So viel zur Vervollständigung der makroskopischen Beschreibung.

Am Septum pellucidum des Maulwurfs vermisst man vollständig den geschichteten Bau der übrigen Hirnrinde. Die Nervenfasern, welche darin entspringen oder endigen, bilden nicht, bevor sie zu den Zellen gelangen, eine eigene markweiße Lage, analog dem Mark der Hemisphäre, sondern vertheilen sich, so wie sie ankommen, zwischen den Zellen. Auch fehlt jene Lage weißer Substanz, welche an der ganzen übrigen Hemisphäre die oberflächlichste Schicht bildet und welche bei einzelnen Säugern auch die beiden Scheidewände an den einander zugewendeten Flächen überzieht[2]. Beim Maulwurf ist also das Septum pellucidum durchaus grau. Die Zellen sind vorzugsweise Pyramiden und zwar von allen Größen; dazwischen kommen auch Spindeln vor. Aber sie liegen alle nicht nach Größe und Form geordnet in Zonen, sondern sind ziemlich gleichmäßig durch einander gemischt. Eine gewisse Regelmäßigkeit kommt in ihre Anordnung nur durch den Zug der Fasern, welcher durch die Richtung der Zellen in exquisiter Weise zum Ausdruck gelangt. Die meisten Zellen liegen so, dass sie mit ihrer Basis nach hinten dorsalwärts, mit ihrer Spitze nach vorn ventralwärts gekehrt sind und dies entspricht dem Verlauf eines

I. sehr mächtigen Faserzuges, welcher dem Septum pellucidum zufließt und welchen ich »Bogenbündel der Scheidewand« (Fasciculus arcuatus septi pellucidi[3] nenne (Fig. 17, 18, 19 u. 20 *f. a. s.*). Die Fasern desselben stammen aus dem Gyrus fornicatus, welcher durch sie in seiner ganzen Länge mit der Scheidewand verknüpft wird: sie dringen durch den Balken nach vorn ventralwärts und lösen sich sofort im Septum auf. Nur diejenigen von diesen Fasern, welche aus dem hintersten Theil des Gyrus fornicatus stammen, treffen

[1] a. a. O. II. pag. 724. [2] MEYNERT, a. a. O. I. Jahrg. II. pag. 106.
[3] Vgl. MEYNERT, a. a. O. II. pag. 719.

nach Durchbrechung des Balkens auf das Psalterium, sammeln sich hier in einem kompakten Bündel und verlaufen als solches zwischen Balken und Psalterium nach vorn bis sie zum Septum gelangen, in welchem sie sich dann vertheilen. Beim Maulwurf ist das Bogenbündel der Scheidewand in seinem vorderen Theil nicht vom Gewölbe zu trennen und wird daher bei diesem wiederholt zur Sprache kommen[1], um so mehr, als es auch Fasern aufnimmt, welche aus dem Ammonshorn stammen.

II. Ein zweiter Faserzug des Septum entsteht, wie es scheint, nur in der vorderen Abtheilung und wirkt hier bestimmend auf die Richtung der Zellen. Diese Fasern verlaufen vorzugsweise senkrecht in dorsal-ventraler Richtung und begeben sich in die Rinde am Kopf des Streifenhügels, vorzugsweise in deren tiefe Schicht. Während man das Bogenbündel der Scheidewand mit ziemlicher Sicherheit dem Associationssystem zurechnen darf, ist es schwer zu sagen, welche Bedeutung den eben beschriebenen Fasern zukommt; es wäre denkbar, dass es zum Theil Projektionsfasern sind, welche mit den analogen Fasern der Rinde des Streifenhügelkopfes in die innere Kapsel gelangen: zum anderen Theil Associationsfasern, welche die Scheidewand mit dieser Rindenpartie verknüpfen.

III. Mit mehr Sicherheit möchte ich eine Anzahl von Fasern zum Projektionssystem rechnen, welche aus der vorderen Abtheilung der Scheidewand zerstreut in den Nucleus septi pelluc. übertreten und hier sich zu kleinen Bündeln vereinigen, welche von der inneren Kapsel nicht zu scheiden sind. Von diesem Verhalten konnte ich mich ganz evident an Goldpräparaten vom Kaninchen überzeugen: vielleicht trenne ich diese Fasern mit Unrecht von den sub II besprochenen.

IV. Endlich gelangt in die Scheidewand ein kleines Bündel aus der Stria terminalis; ich werde es bei dieser genauer besprechen und verweise hier nur auf den Horizontalschnitt Fig. 30, welcher es wiedergiebt[2].

In der vorstehenden Beschreibung habe ich einige Namen, welche

---

[1] Vgl. pag. 658.

[2] Diesem Theil der Stria terminalis scheint beim Menschen jene Verbindung zu entsprechen, welche nach Arnold a. a. O. pag. 764, wo auch ältere Autoren über diesen Punkt citirt werden, und Henle a. a. O. pag. 136 die Stria terminalis mit dem Schenkel des Gewölbes eingeht.

In der Fig. 30 ist das Bündel absichtlich zu groß gezeichnet.

bei höheren Säugern gebräuchlich sind, nicht genannt; ich meine die »Stiele der Scheidewand« (Pedunculi septi pellucidi [1], so wie die »Kommissur der Stiele des Septum pellucidum«[2]. Ich vermag nach den unter dem Text citirten Beschreibungen weder zu erkennen, welche Bedeutung diesen Theilen für das Septum pellucidum der höheren Säuger zukommt, noch wage ich es ihre Homologa beim Maulwurf aufzustellen.

Der Bulbus olfactorius des Maulwurfs (Fig. 30 und 31) besteht aus 4 Schichten, welche eine unregelmäßig kugelförmige Konfiguration haben und sich koncentrisch um einander legen: sie umschließen dabei einen Hohlraum, welcher ein Fortsatz des Seitenventrikels ist und mit seinem vordersten Ende das Centrum des Bulbus olfactorius bildet. Der Rand des Kugelsegmentes, als welches man den letzteren ansehen kann, geht ringsum in die Rinde des Lobus olfactorius über.

Die äußerste Schicht bilden die eigentlichen Riechnerven, Rami olfactorii. Diese sind »blasse, marklose Nervenfasern«, welche in frischem Zustand ein graues gallertiges Aussehen haben. Die histologische Beschaffenheit derselben habe ich durch Zerzupfen in frischem Zustand, so wie nach Maceration in verdünnter Chrom- und Osmiumsäurelösung, endlich an Schnittpräparaten nach vorhergegangener Härtung studirt. Die Rami olfactorii bestehen aus feinsten Fasern von 1 μ Durchmesser. Diese Primitivfasern besitzen für sich keine nachweisbare Scheide und keine Kerne; ich habe, wo immer ich einzelne Fasern isolirt hatte, niemals Kerne zu sehen vermocht, weder in frischem noch macerirtem Zustand, auch nicht nach Zusatz von Essigsäure oder Karminfärbung. Dadurch unterscheiden sich dieselben von den Remak'schen Fasern des Sympathikus, bei welchen die Kerne mit Leichtigkeit an jeder einzelnen nachzuweisen sind, namentlich nach kurzer Einwirkung von Essigsäure oder Karminfärbung. Dagegen zeigen die Primitivfasern der Rami olfactorii ein deutliches, fein granulirtes Aussehen, welches ich am besten mit dem Bild zu vergleichen glaube, welches feine Protoplasmafortsätze von Nervenzellen liefern. Solcher Primitivfasern liegt immer eine

[1] Arnold a. a. O. pag. 764; Reichert a. a. O. Abth. II. pag. 70 ff.; Meynert a. a. O. I. Jahrg. II. pag. 107. — Henle a. a. O. pag. 93, 131, 132, 142 bezeichnet dieselben Theile als »Pedunculi corporis callosi Vicq d'Azyr.

[2] Reichert a. a. O. Abth. II. pag. 73. — Henle nennt dieselbe a. a. O. pag. 94, 286 und Figur 212: »Commissura baseos alba«.

Anzahl zusammen, ziemlich fest verkittet, indem sie Bündel von verschiedener Dicke (10—20 μ) formiren. Diese Bündel sind von einer gemeinsamen Scheide umschlossen, von deren Existenz man sich oft überzeugen kann: an zarten, quer über die Bündel verlaufenden Linien erkennt man feine Faltungen derselben: oft reißt sie beim Zerzupfen ein; elastisch, wie sie ist, retrahirt sie sich dann nach beiden Seiten und schnürt das Bündel als ein enger Ring ein, so dass die einzelnen Primitivfasern büschelförmig hervorquellen. Ob diese Scheide Kerne besitzt, vermag ich weder mit Bestimmtheit zu behaupten noch zu bestreiten. Zwar sieht man mit Leichtigkeit an jedem Bündel eine ziemlich große Zahl von länglich-stäbchenförmigen und spindelförmigen Kernen; aber diese sind, wenn nicht ausschließlich, so doch jedenfalls zum größten Theil selbständige, nicht zur Scheide gehörige Gebilde; sie sind bis 15 μ lang und etwa 4 μ breit, besitzen ein Kernkörperchen und zwei ziemlich lange homogene Fortsätze; sie liegen zwischen den Primitivfasern, parallel mit diesen und können ohne Schwierigkeit isolirt werden. Durch Karminfärbung treten sie recht deutlich hervor. Sie sind wohl zweifellos bindegewebiger Natur.

Die Rami olfactorii durchflechten einander vielfach, wodurch die äußerste Schicht des Bulbus ihr lockeres, poröses Gefüge bekommt und treten dann an die zweite Schicht heran.

Diese erscheint bei schwacher Vergrößerung zusammengesetzt aus einer einfachen Reihe neben einander liegender rundlicher Ballen einer granulirten Masse: diese Ballen, die »Glomeruli olfactorii«, haben beim Maulwurf 100—120 μ im Durchmesser und sind umgeben von zahlreichen bipolaren Zellen, welche als Hauptbestandtheile der vierten Schicht bei dieser besprochen werden sollen. Die »Riechknäuel« (Glomeruli olfact.) werden seit ihrer Entdeckung durch Leydig[1] mit Recht als Ursprungsstätten der Rami olfactorii angesehen, wenn auch über die Art und Weise dieses Ursprungs und den feineren Bau der Riechknäuel bis jetzt wenig Klarheit gewonnen ist. Über beide Punkte haben mir weder Zupf- noch Schnittpräparate nach der gewöhnlichen Methode Aufschlüsse gegeben. Etwas weiter dagegen kommt man, wenn die Schnitte nach Härtung in Osmiumsäure angefertigt werden. An solchen konnte ich sehen, wie zu jedem Glomerulus ein Ramus olfactorius herantritt und an der Peripherie desselben ziemlich plötzlich sich in seine Primitivfasern auflöst.

[1] a. a. O. pag. 215

welche, indem sie ein dichtes Netz formiren, gleichsam das Gerüst des Glomerulus bilden. Innerhalb des Netzes liegen wahrscheinlich kleine Zellen, wenigstens glaubt man Zellenkerne durchscheinen zu sehen; doch habe ich kein Bild bekommen, welches mir mehr als eine Vermuthung gestattete. Solche Kerne, wie sie zwischen den blassen Olfactoriusfasern so häufig vorkommen, konnte ich innerhalb der Glomeruli nicht sehen.

Die beiden äußeren Schichten des Bulbus olfactorius haben zusammen eine Dicke von im Mittel 0,7 mm.

Die dritte Schicht hat in ihrem Aussehen große Ähnlichkeit mit der weißen Schicht, welche die äußerste Lage der übrigen Hirnrinde bildet. Sie hat eine Dicke von etwa 0,3 mm und enthält große Pyramidenzellen (20 μ Durchmesser), welche zerstreut stehen und namentlich durch ihre kolossalen Spitzenfortsätze imponiren. Hart an der Grenze gegen die vierte Schicht stehen diese Pyramiden in einer einfachen, regelmäßigen Reihe neben einander und man kann oft sehen, wie ihre Spitzenfortsätze durch die ganze dritte Schicht hindurch bis zwischen die Glomeruli reichen; es haben also diese Pyramiden zum Theil die enorme Höhe von 300 μ. Gegen die zweite Schicht hin biegen die Spitzenfortsätze vielfach um und verlaufen auf weite Strecken der Oberfläche des Bulbus parallel und so kommt es, dass die dritte Schicht an ihrer äußeren Grenze ein dichtes Netz von dicken Fasern enthält, welche sich bei genauerem Zusehen als Spitzenfortsätze herausstellen. Die Existenz dieses Netzes in unmittelbarer Nähe der Riechknäuel so wie das Hineinragen der Spitzenfortsätze zwischen diese gestatten vielleicht bis auf Weiteres die Vermuthung, dass die Glomeruli die Vermittlung zwischen den Rami olfactorii und den großen Pyramidenzellen herstellen.

Die vierte Schicht ist die dickste von allen; sie misst etwa 0,9 mm, reicht bis an das Ependym des Ventrikels und besteht aus markhaltigen Nervenfasern und kleinen bipolaren Zellen, den sogenannten Körnern des Bulbus olfactor. Über die Beschaffenheit dieser Körner war ich lange Zeit in Zweifel, da es mir nicht gelingen wollte, durch Maceration in verdünnter Chromsäurelösung mich von ihrer Zellennatur zu überzeugen; ich fand nach dieser Behandlung nie etwas Anderes, als runde, nackte Kerne, bis zu 5 μ im Durchmesser, mit einem oder zwei Molekeln und höchstens zwei ganz kurzen fadenförmigen unmessbaren Fortsätzchen. Dagegen habe ich mich durch Maceration in Osmiumsäure überzeugt, dass beim Hund die Körner einen im Verhältnis zum Kern außerordentlich kleinen Pro-

toplasmaleib besitzen, welcher dem Kern wie ein dreieckiges Hütchen an einer Seite aufsitzt. Die gleichen Bilder habe ich dann an Schnittpräparaten des Maulwurfs oft wiedergefunden. Die kleinen Zellen liegen in Nestern beisammen, welche eine der Oberfläche des Bulbus olfact. parallele Anordnung zeigen: nur gegen den Ventrikel zu sind sie gleichmäßig zwischen den Fasern vertheilt und von den subepithelialen Bindegewebszellen nicht zu unterscheiden.

Die Fasern sind von sehr verschiedenem Kaliber: sie bilden beim Maulwurf keine eigene den Ventrikel umschließende Schicht wie beim Kaninchen, sondern verlaufen überall untermischt mit kleinen Zellen. In der Nähe des Ventrikels scheiden sie sich in zwei verschiedene Systeme: Kommissurenfasern und Tractus olfactorius. Die ersteren konvergiren radienförmig aus allen Gegenden des Bulbus gegen die lateral-ventrale Wandung des Ventrikels, sammeln sich hier in einem kompakten Bündel, welches seine Lage zum Vorderhorn des Ventrikels beibehaltend nach hinten zieht und einen wesentlichen Theil der Commissura anterior bildet (vgl. pag. 653). Die Tractusfasern verhalten sich beim Maulwurf gerade so, wie ich es in meiner früheren Arbeit vom Kaninchen beschrieben habe: ein Theil derselben, aus der lateralen und ventralen Partie des Bulbus stammend, verläuft direkt gegen die Austrittsstelle des Tractus hin, der andere Theil, welcher aus der dorsalen und medialen Partie kommt, begiebt sich zuerst dorsalwärts und sammelt sich hier in einem Bündel, welches lateralwärts verläuft, um sich an der Austrittsstelle mit jenem zu vereinigen[1].

Ein kleines Gebilde ist noch zu erwähnen, welches von Gudden[2] zuerst beim Kaninchen gefunden wurde: der Nebenbulbus; er ist beim Maulwurf viel kleiner als beim Kaninchen, liegt am medialdorsalen Rande des Bulbus und zeigt dieselbe Zusammensetzung, die gleiche Schichtung, wie der Bulbus olfactorius.

Die Rinde am Kopf des Streifenhügels Fig. 9 u. 29 besteht aus drei Schichten: die äußerste ist weiß und setzt sich überall in die oberflächliche weiße Schicht der Rinde fort: sie enthält neben den gewöhnlichen spärlichen Nervenzellen sehr viele markhaltige Nervenfasern, welche größtentheils aus dem Tractus olfactorius stammen, außerdem Haufen von den kleinen Zellen, welche

[1] Über das weitere Verhalten des Tractus olfactorius vgl. unten pag. 648.
[2] a. a. O. II. pag. 699.

ich als Hauptbestandtheil der vierten Schicht des Bulbus olfactorius beschrieben habe. Die Haufen derselben dringen von der Oberfläche bis in die tiefe Schicht der Rinde ein. Es macht den Eindruck, als ob sie von außen eingestülpt wären, so dass sie wie Flaschen mit weitem Bauch in die tiefe Zellenschicht hineinragen; sie erscheinen daher in Frontalschnitten theils als Kränze, theils als Zapfen, theils in flaschenförmiger Figur, je nachdem sie gerade vom Schnitt getroffen wurden.

Die zweite Schicht besteht aus kleinen, sehr dicht gedrängten Pyramiden: die Reihe derselben geht allseitig ununterbrochen in die Zellenschicht des Lobus pyriformis über, erscheint aber durch das Eindringen der »Körner« vielfach geschlängelt.

Die dritte Schicht besteht aus großen Pyramiden von schlankem Leibe und langen Fortsätzen: ich habe solche bis auf 0,120 mm Länge verfolgt, welche, ohne sich bedeutend verjüngt zu haben, also lange vor ihrer feinsten Verästelung abgeschnitten endigten. Diese großen Pyramiden liegen ziemlich zerstreut neben einander, so dass man ihre Form gut studiren kann. Wenn man irgend wo glaubt, einen Zellenfortsatz zur Nervenfaser werden zu sehen, so ist es hier. Bemerkenswerth ist, dass die Zellen nicht senkrecht zur Oberfläche gestellt sind, sondern parallel mit derselben liegen, was dieser Schicht ein etwas unregelmäßiges Aussehen giebt: sie bilden im Ganzen ein mit der kugelförmigen Oberfläche des Streifenhügelkopfes koncentrisches Lager und auch die einzelnen Zellen fügen sich mit ihrem längsten Durchmesser dieser Anordnung.

Die Pyramiden der dritten Schicht liegen in einem Filz von sehr feinen Nervenfasern, welche wegen ihrer dünnen Markscheiden in Karminpräparaten ziemlich roth erscheinen. In diesem dichten Netz erkennt man leicht zerstreute oder in dünnen Bündelchen zusammenliegende Nervenfasern stärkeren Kalibers, mit ordentlichen Markscheiden, welche sie deutlich vor den feinen Fasern auszeichnen. Man findet sie überall in der Nähe der großen Pyramiden, häufig in sagittaler, manchmal auch in transversaler Richtung verlaufend, entsprechend der Lagerung dieser Zellen. Sie stammen aus der inneren Kapsel, deren ventralsten Theil sie bilden: bedeckt vom Streifenhügel ziehen sie horizontal nach vorn, gelangen in die tiefe Schicht der Rinde desselben und gehen wahrscheinlich in die Achsencylinderfortsätze der großen Pyramiden über. Von diesem ganzen Verlauf entbehrt nur die Verbindung mit den Zellen des exakten Nachweises, alles Andere vermag ich mit unzweideutigen Präparaten

zu belegen. Fig. 31 ist ein Horizontalschnitt, welcher den lateralen Theil des Bündels (*p. R. Stk.* in seiner ganzen Länge zeigt. Der Charakter desselben ist durch seine Zugehörigkeit zur inneren Kapsel bestimmt, es ist das Projektionssystem dieses Rindenabschnittes.

Es fragt sich, welche Bedeutung den feinen Nervenfasern zukommt, die in der dritten Schicht wie ein Filzwerk die großen Pyramiden umgeben. Mit Bestimmtheit vermag ich diese Frage nicht zu beantworten, doch wird man an jene Fasern denken müssen, welche ich als Associationsfasern zwischen dem Septum pellucidum und der Rinde des Streifenhügelkopfes beschrieben habe. Die Feinheit des Kalibers würde für die Identität beider sprechen.

Die Rinde des Lobus pyriformis hat in ihrem Bau am meisten Ähnlichkeit mit derjenigen der vorderen Region. Die Oberfläche bildet wieder eine weiße Schicht, welche gerade hier die besondere Dicke von 0,350—0,450 mm erreicht. Sowohl diese Dicke überhaupt als auch ihre Unterschiede an verschiedenen Stellen des Lobus pyriformis sind bedingt durch die außerordentliche Entwicklung des oberflächlichen Nervenfasernetzes. Dieses bezieht seine Elemente vorzugsweise aus dem Tractus olfactorius und bildet, ähnlich wie am Subiculum cornu ammonis, ein kompaktes Marklager, welches die äußerste Lage der weißen Schicht — stellenweise bis zur halben Dicke derselben — einnimmt und in die tiefere Lage noch als weitmaschiges Netz eingreift.

Die zweite Schicht besteht aus Pyramiden mittlerer Größe und hat eine Dicke von 0,100—0,150 mm. Sie ist also viel dünner als die entsprechende Schicht der vorderen Region, zeichnet sich aber gegenüber dieser aus durch einen enormen Reichthum an Zellen, welche ganz dicht gedrängt stehen. Vielleicht korrespondirt die dichte Bevölkerung der zweiten Schicht mit der mächtigen Einstrahlung des Tractus olfactorius. Thatsache ist, dass man überall zwischen den Zellen derselben zahlreiche markhaltige Nervenfasern findet, welche mit den Fasern des Tractus gleiches Kaliber haben und offenbar diesem entstammen. Vielleicht erreichen sie in der zweiten Schicht ihr Ende. Eine Stütze findet diese Vermuthung noch in dem Umstand, dass gerade da, wo der letzte, noch kompakte Rest des Tractus olfactorius sich in die Rinde einsenkt (vgl. Fig. 14 und 15 *t. ol. K.*), eine isolirte mächtige Ansammlung von mittelgroßen Pyramiden, gleichsam ein abgesonderter Theil der zweiten Schicht, unmittelbar unter der Oberfläche liegt. Derselbe bildet in toto eine

kugelförmige Zellenmasse, welche in vertikaler Richtung 0,800 mm, in transversaler 0,750 und in sagittaler 0,850 mm misst. Das ist ein »Kern«, welcher an durchsichtigen Karminpräparaten schon mit bloßem Auge sichtbar ist.

Die dritte Schicht ist etwa 1,500 mm dick. In so fern in ihr große und kleine Pyramiden so wie vereinzelte Spindelzellen vorkommen, entspricht sie allein den drei tiefen Schichten der vorderen Region. Ich habe sie aber als eine einzige Schicht aufgeführt, weil die verschiedenen Zellenformen nicht in der ausgeprägten Weise nach Zonen geschieden sind, wie dies in der vorderen Region der Fall ist. Die großen Pyramiden stehen zerstreut, ohne Reihen zu bilden in der mehr oberflächlichen Lage, die beiden anderen Zellenformen in der tiefen Lage der dritten Schicht.

Innerhalb der Rinde des Lobus pyriformis bilden die Nervenfasern ein bei schwacher Vergrößerung sichtbares Netz mit rundlichen Maschen.

Der Tractus olfactorius besteht aus feinen im Mittel 1 μ breiten, markhaltigen Nervenfasern. Der Ursprung, die Verbreitung und das wahrscheinliche Ende derselben wurden genügend besprochen; dagegen wurde über den Charakter derselben nichts gesagt. Als Verbindung zweier Rindenpartien derselben Hemisphäre müsste der Tractus olfactor. folgerichtig als Associationsbündel aufgeführt werden. Diesen Charakter schreibt in der That Meynert[1] der sogenannten inneren und äußeren Wurzel des menschlichen Riechnerven zu, während er die mittlere Wurzel für ein Projektionsbündel des Bulbus olfactor. erklärt. Ich habe gesagt, dass die Fasern des Tractus olfactor. theils in die Rinde des Streifenhügelkopfes theils in die Rinde des Lobus pyriformis einstrahlen. Die Verschiedenheit im geweblichen Bau beider Rindengebiete macht es nothwendig, auch im scheinbar einheitlichen Tractus olfactorius der niederen Säuger einen Faserunterschied anzunehmen, welcher bei den höheren schon makroskopisch ausgeprägt ist. Aber weder die Art der Einstrahlung noch sonstige Eigenschaften der Fasern nöthigen dazu, eine Verschiedenheit ihres physiologischen Charakters anzunehmen.

»Ich kann zwar die Möglichkeit nicht bestreiten, dass Fasern des Tractus olfactor. bis in die tiefe Schicht der Rinde des Streifenhügelkopfes und von da in die innere Kapsel gelangen,

[1] a. a. O. I. Jahrg. I. pag. 90.

allein einen derartigen Verlauf nachzuweisen bin ich nicht im Stande gewesen; ich muss also, — in so weit diese Verhältnisse rein anatomisch sich eruiren lassen, an dem gleichen Verhalten sämmtlicher Tractusfasern festhalten.

Wenn man bedenkt, dass zwischen dem Bulbus olfactorius und der Rinde am Streifenhügelkopf durch die Gemeinsamkeit der kleinen »Körner« eine gewisse gewebliche Verwandtschaft besteht, dass ferner beide in ihrer Entwicklung bei verschiedenen Säugern ein gewisses Abhängigkeitsverhältnis von einander zeigen, so muss man die Möglichkeit im Auge behalten, dass sie durch Fasern des Tractus zu einem einheitlichen Rindengebiet verknüpft würden. Es fände dadurch die mir immer räthselhafte Thatsache eine Erklärung, dass es nicht gelingt, einen Faserzug nachzuweisen, welcher aus dem Bulbus olfactor., der doch zweifellos ein Theil der Rinde ist, direkt in die innere Kapsel führte (also Projektionsbündel wäre). Von der Rinde des Streifenhügelkopfes geht ein solches Bündel aus, wie ich oben gezeigt habe. Nach dieser Auffassung wäre der ganze Tractus olfactorius ein Associationsbündel, was sich auch mit den Experimenten von v. Gudden gut verträgt.«

v. Gudden[1] hat durch das Experiment nachgewiesen, dass der Tractus olfactor. in seiner Entwicklung abhängig ist vom Bulbus olfactor.; in dem Maße, wie dieser atrophirt, wird der Tractus kleiner: wird jener ganz exstirpirt, so schwindet dieser vollständig. Diese Atrophie lässt die Zellen des Lobus pyriformis[2] und so viel ich sehe auch die Rinde des Streifenhügelkopfes unberührt.

III. Mark des Großhirns.

Das Mark der Großhirnhemisphären zeigt beim Maulwurf, Igel, Kaninchen und bei der Maus gleiche Anordnung und gleichen Verlauf der Fasern. Was ich also hier vom Maulwurf sage, gilt eben so von den anderen und wahrscheinlich von allen kleinen Säugern, deren Hirnrinde keine Windungen hat. Betrachtet man einen Frontalschnitt etwa in der Ebene des Chiasma Nn. opticor., so erkennt man leicht, dass das Mark aus zwei über einander liegenden Schichten besteht, welche durch den Verlauf der Fasern deutlich unterschieden

[1] a. a. O. II. pag. 704.
[2] Ganser, a. a. O. pag. 297.

sind. Die eine, ventrale, zeigt eine durchaus transversale Richtung und spannt sich, indem sie die beiden Hemisphären mit einander verbindet, über dem Seitenventrikel aus: sie wird sofort als Balkenfaserung erkannt. Die andere, dorsale, verläuft vorwiegend in sagittaler Richtung, wird also durch den Frontalschnitt quer getroffen.

Diese Scheidung in zwei Lagen existirt nur im Bereich der dorsalen Konvexität der Hemisphäre; im Mark des Lobus pyriformis, welches als »äußere Kapsel« genauer zu beschreiben ist, sieht man nichts Derartiges.

Der Balken hat seine größte Dicke genau in der sagittalen Mittellinie und ragt mit einer ganz niederen Spitze zwischen die beiden Bogenwindungen hinein. Nach beiden Seiten wird er konstant dünner, indem er Fasern in die dorsale Schicht hineinsendet, die sich dann nicht weiter verfolgen lassen. Seine Fasern liegen auch im Bereich der Mittellinie durchaus nicht ganz parallel, kreuzen einander vielmehr in kleinen Bündeln. Seit den Untersuchungen von Gudden kann kein Zweifel bestehen, dass der Balken eine große Kommissur darstellt[1]. Es entsteht nun die Frage, welche Theile beider Hemisphären in dieser Weise durch den Balken verknüpft werden, und ob ein Theil vielleicht von Balkenfasern frei bleibt. Arnold[2] behauptete, gestützt auf Abfaserungspräparate, dass in den Bogenwulst weder Fasern aus der innern Kapsel noch auch Balkenfasern einstrahlen. Hiergegen ist zu sagen, dass einmal Abfaserungspräparaten in einer solchen Frage keine Beweiskraft zukommt, und dass ferner die Rindenstruktur des Bogenwulstes keinen Anlass bietet, demselben eine so außerordentliche Ausnahmestellung gegenüber der übrigen Rinde zuzuerkennen, von welcher er sich im Bau nicht unterscheidet. Gegen die Ansicht von Arnold, die also von vorn herein unwahrscheinlich ist, spricht der Umstand, dass sofort neben

[1] Diese Ansicht wurde schon von Gall, Ackermann, Reil, Burdach und Arnold vertreten, allein »Zerfaserungen und Schnittpräparate geben hier«, wie v. Mihalkovics mit Recht sagt, »kein zweifelloses Resultat«. Ein solches liefern aber die Gudden'schen Untersuchungen (a. a. O. II. pag. 708): Nach Exstirpation einer Hemisphäre atrophirt der Balken auf beiden Seiten, der Hirnschenkel nur auf der operirten; wäre der Balken, wie Gratiolet annahm, eine Kreuzung von Fasern, die aus den Hemisphären in den entgegengesetzten Hirnschenkel ziehen, so müsste nach jenem Experiment der Balken nur auf der operirten, der Hirnschenkel auf der entgegengesetzten Seite atrophiren. v. Mihalkovics (a. a. O. pag. 128) beachtet die Experimente von Gudden nicht, daher er die Frage für unentschieden hält.

[2] a. a. O. pag. 757 u. 760.

der Mittellinie die Dicke des Balkens in unverkennbarem Maße abnimmt, was ich mir nicht anders erklären kann, als durch die Annahme, dass gleich hier Fasern sich abzweigen, um in die nächstgelegene Rindenpartie, in den Bogenwulst, überzugehen.

Dagegen habe ich die Überzeugung gewonnen, dass der ganze Lobus pyriformis frei bleibt von Balkenfasern. Solche könnten nur auf dem Wege der äußeren Kapsel in die Rinde desselben gelangen. Man kann sich indessen leicht an jedem Frontalschnitt überzeugen, dass der Balken, schon während er über dem Streifenhügel wegzieht, allmählich so dünn wird, dass er nicht mehr zu unterscheiden ist, bevor er noch zur äußeren Kapsel gelangt. Den Hauptbeweis für meine Annahme werde ich aber erbringen bei der Beschreibung der vorderen Kommissur (pag. 653); diese ist, wie ich gleich hier bemerke, zu einem großen Theil Kommissur der Lobi pyriformes, was sich beim Maulwurf so gut und so exakt nachweisen lässt, wie irgend eine anatomische Thatsache. Ich kann aber nicht gut annehmen, dass ein so einheitliches Gebiet, wie die Lobi pyriformes von zwei Seiten her mit Kommissurenfasern versorgt werden sollte.

Der eigentliche Balken bleibt nirgend wo ganz unvermischt, er wird vielmehr in seiner ganzen Dicke und Breite durchsetzt von anderen Fasern, welche nicht Kommissuren sind. Dies sind einmal Associationsfasern, welche aus dem Bogenwulst kommen und in dünnen Bündelchen oder vereinzelt in dorsal-ventraler Richtung durchtreten, um entweder zum Bogenbündel des Septum pellucidum oder zu diesem selbst zu gelangen. Ferner wird der Balken in seiner lateralen Partie durchbrochen von meist dicken Bündeln der inneren Kapsel, welche der dorsalen Markschicht zustreben und in dieser ihren weiteren Verlauf nehmen. Ob aus dem Balken auch Fasern in die innere Kapsel eintreten, um in den Streifenhügel zu gelangen, ist eine Frage, welche man sich stellen muss, welche aber rein anatomisch kaum zu beantworten sein wird.

Die dorsale Schicht des Hemisphärenmarkes setzt sich aus verschiedenen Fasergattungen zusammen: dass die Balkenausstrahlung sie durchsetzt, wurde bereits gesagt. Den Haupttheil aber bilden die Fasern aus der inneren Kapsel. Nachdem diese den Balken durchbrochen haben, gehen sie zu einem kleinen Theil direkt in die anliegende Rinde über; die meisten haben noch bis zu ihrer Endigung mehr oder weniger weite Strecken zurückzulegen: sie wenden sich über dem Balken plötzlich um und verlaufen theils in sagittaler Richtung nach vorn und hinten, theils schräg, medial- oder lateral-

wärts. So entsteht dorsal vom ganzen Balken ein Marklager, welches Fasern von allen möglichen Richtungen enthält und welches an verschiedenen Stellen verschiedene Dicke zeigt: es ist natürlich da besonders stark, wo gerade die innere Kapsel ansteht, weil hier nicht nur die Fasern durchpassiren, welche in der benachbarten Rinde enden, sondern auch solche, welche entfernteren Rindenpartien zustreben.

Am stärksten ist das dorsale Marklager im Gyrus fornicatus. Hier bildet es im Frontalschnitt eine keilförmige Fasermasse, welche unabhängig ist von der Nähe der inneren Kapsel. Sie existirt nämlich nicht nur in der vorderen Partie des Gehirns, wo allerdings die innere Kapsel nahe am Gyrus fornicatus den Balken durchbricht, sondern auch in der hinteren Partie, wo die innere Kapsel weit lateralwärts gerückt ist (Fig. 17, 18, 19): hier zeigt dann das dorsale Marklager an zwei Stellen eine Verdickung, eine laterale, durch die innere Kapsel bedingte, in welcher das Gewirr der Fasern so groß ist, dass man kaum eine Richtung als vorherrschend bezeichnen kann, und eine mediale im Gyrus fornicatus, in welcher die Fasern, wie Frontal- und Sagittalschnitte aufs deutlichste zeigen, fast ausschließlich eine rein sagittale Richtung und zwar auf weite Strecken verfolgen. Aus diesem ganzen Verhalten scheint hervorzugehen, dass der Gyrus fornicatus eine von der inneren Kapsel und vom Balken unabhängige Fasermasse besitzt, welche in annähernd konstanter Mächtigkeit vom vorderen bis zum hinteren Ende der Hemisphäre zieht. Sie wäre homolog dem Fasciculus longitudinalis inferior des Menschen, ein Associationsbündel, welches in seinem langen Verlauf beständig Fasern aus der Rinde aufnimmt und an sie abgiebt und so die verschiedenen Gebiete des Gyrus fornicatus unter einander verknüpft. Ob solche Verbindungen auch für die übrigen Theile der Hirnrinde bestehen, homolog dem für den Menschen angenommenen Fasciculus arcuatus, vermag ich nicht zu entscheiden.

Die äußere Kapsel liegt beim Maulwurf größtentheils zwischen dem Linsenkern und der Rinde des Lobus pyriformis. Sie bildet ein ganz feines Markblatt, welches man leicht unbeachtet lassen könnte, wenn man nicht durch die verschiedene Struktur von Linsenkern und Rinde aufmerksam gemacht würde. Es scheint dies darin seine Erklärung zu finden, dass die Fasern, welche im Lobus pyriformis entstehen, und der inneren Kapsel zustreben, nicht einen mehr oder weniger langen Umweg um das äußere Glied des Linsen-

kernes herum machen, sondern, so wie sie aus der Rinde austreten, sofort in den Linsenkern eindringen und denselben durchsetzen[1]. Nur an einer Stelle (Fig. 14, 15, 16) erweitert sich die äußere Kapsel zu einem etwas größeren, im Querschnitt dreieckigen Markfeld, nämlich gerade da, wo sie von außen her zwischen Linsen- und Mandelkern eindringt. Diese Vergrößerung kommt fast ganz auf Rechnung der vorderen Kommissur. Da die letztere ein Hauptbestandtheil der äußeren Kapsel ist, so soll sie gleich hier beschrieben werden.

Man muss wohl beachten, dass beim Maulwurf und bei allen Säugern mit schmaler Hemisphäre und breitem Lobus olfactorius die äußere Kapsel fast nichts Anderes ist als Mark des Riechlappens. Eine wesentlich andere Bedeutung hat sie bei jenen Säugern, bei welchen der Riechlappen sehr klein ist und statt seiner ein Theil der windungsreichen Hemisphäre die Außenfläche des Linsenkernes überzieht. Bei solchen Säugern hat natürlich die vordere Kommissur keinen oder einen viel geringeren Antheil an der Bildung der äußeren Kapsel.

Über die Konfiguration der vorderen Kommissur orientirt man sich am besten an Horizontalschnitten (Fig. 30 und 31), welche fast den ganzen Verlauf derselben in einem einzigen Präparat übersehen lassen. Man kann sich dieselbe schematisch vorstellen, als zusammengesetzt aus zwei Fasersträngen, welche beide in Gestalt eines Hufeisens gebogen und mit dem Scheitel des Bogens so an einander gelagert sind, dass der eine nach vorn, der andere nach hinten geöffnet ist. Man muss also an der vorderen Kommissur ein Mittelstück, zwei »vordere Hörner« und zwei »hintere Hörner« unterscheiden. Das Mittelstück liegt quer, unmittelbar vor den Säulen des Gewölbes, dringt eine Strecke weit in den Streifenhügel ein und

[1] Dass aus der äußeren Kapsel Nervenfasern in den Linsenkern eindringen, davon habe ich mich an Osmiumpräparaten vom Maulwurf und Goldpräparaten vom Kaninchen aufs bestimmteste überzeugt. Ich betone dies gegenüber den Angaben von Meynert (a. a. O. II. pag. 727 und Wernicke Verhandl. der Physiol. Gesellschaft z. Berlin, Jahrg. 1879/80 No. V. p. 21 ff., dass beim Menschen das dritte Glied des Linsenkernes keinen Stabkranz besitze. Ich muss aber dabei bemerken, dass beim Maulwurf und Kaninchen die äußere Kapsel Fasern von anderer Bedeutung führt als beim Menschen und dass bei diesen Thieren der Linsenkern nur zwei Glieder hat, von welchen möglicherweise das laterale nicht homolog ist mit dem dritten Gliede des Menschen; für die Homologie spricht allerdings die beiden gemeinsame Bildung des »Stieles des Linsenkernes« (s. d. pag. 662).

entsendet dann beiderseits, indem es sich theilt, je ein Vorderhorn und ein Hinterhorn. Ersteres ist beim Maulwurf etwa doppelt so stark wie letzteres, zieht fast gerade nach vorn durch den Kopf des Streifenhügels, kommt der Oberfläche des Ventrikels immer näher, verläuft endlich unmittelbar unter dem Ependym in der lateral-ventralen Wand desselben und tritt zuletzt in den Bulbus olfactorius über. Während dieses Verlaufes zweigen sich vom lateralen Rand desselben mehrere kompakte Bündel unter spitzem Winkel ab, ziehen, ebenfalls den Streifenhügelkopf durchbohrend, nach vorn lateralwärts und gelangen in die äußere Kapsel, wo sie sich vertheilen, um in die Rinde des Lobus pyriformis einzutreten. Bevor sie die äußere Kapsel gewinnen, theilen sie sich in sekundäre Bündel: dadurch entstehen im Querschnitt Bilder, wie Fig. 9 eines bietet. Eine kurze Strecke hinter der Querebene dieser Figur würde man die verschiedenen Bündel, die hier schräg durchschnitten erscheinen, mit dem medialsten Bündel (dem zum Bulbus olfactor. hinziehenden Theil des Vorderhornes) in einem runden kompakten Querschnitt vereinigt sehen. Etwa zwei Drittel vom Vorderhorn finden im Bulbus olfactorius, ein Drittel im Lobus pyriformis ihr Ende.

Das Hinterhorn zieht in viel flacherem Bogen, indem es den Linsenkern durchbricht, lateralwärts (Fig. 10, 11, 12, 13), giebt auf diesem Wege noch einzelne kompakte Bündel nach vorn an den Lobus pyriformis und gelangt endlich in die äußere Kapsel gerade da, wo die dorsale Kante des Mandelkernes am Linsenkern anliegt; hier bildet seine Fasermasse das schon erwähnte kleine dreieckige Feld, welches Kommissurenfasern sowohl nach vorn als nach hinten, dorsal- und ventralwärts an die Rinde des Lobus pyriformis sendet. Bevor das hintere Horn in die äußere Kapsel gelangt, begiebt sich ein Theil seiner Fasern nach hinten und strahlt in den Mandelkern ein (Fig. 30).

Alle diese Verhältnisse sind an einer guten Reihe von Horizontalschnitten so deutlich zu sehen, dass man sich unmittelbar überzeugen muss; der Maulwurf bietet für den rein anatomischen Nachweis dieses Faserverlaufes zwei Vortheile: einmal ist die vordere Kommissur außerordentlich stark, dann aber gestattet die platte Form und gerade Längsachse des Großhirns, dass man den größten Theil derselben in einer Ebene übersehen kann. Die vordere Kommissur enthält also dreierlei Fasern: Verbindungen der Bulbi olfactorii, der Lobi pyriformes und der Mandelkerne. Dass es sich hier um reine

Kommissurenfasern handelt, habe ich in einer früheren Arbeit nachgewiesen.

Dieser Nachweis stützt sich auf Untersuchung von Kaninchenhirnen, an welchen ein Bulbus olfactorius und ein bedeutender Theil des zugehörigen Lobus exstirpirt worden war. Es fand sich, dass die vorderen Hörner der Kommissur beide ganz atrophirt, die hinteren dagegen beide erhalten und gleich waren, wodurch die von einzelnen Autoren gemachte Annahme einer Kreuzung in der vorderen Kommissur widerlegt wurde. Damals wusste ich noch nicht, dass die vordere Kommissur auch Verbindungsfasern der beiden Lobi pyriformes führt. Nachdem ich dies erkannt hatte, habe ich die damals angefertigten Schnittreihen einer erneuten Untersuchung unterzogen und gefunden, dass auch diese Fasern, so weit sie aus dem vorderen Horn stammen, in Folge der starken Beschädigung des einen Lobus pyriformis atrophirt sind. Wenn der Bulbus olfactor. allein exstirpirt wird, mit Erhaltung des Lobus, so muss jener Theil der vorderen Hörner erhalten bleiben, welcher die beiden Riechlappen verknüpft. In der hiesigen Sammlung befindet sich von der Hand des Herrn Professor v. Gudden eine Schnittreihe durch ein solches Kaninchenhirn, welche in der That jenes Resultat zeigt[1]. So ergänzen beide Experimente einander, indem sie den Beweis liefern, dass überhaupt aus der vorderen Kommissur Fasern in die Riechlappen gehen und dass dieselben Kommissuren sind.

Der Nachweis, dass auch das Hinterhorn der Commissura anter. Fasern an die Rinde des Lobus pyriformis abgiebt, macht es nothwendig, dass man aufhört, einen Gegensatz zwischen dem vorderen und hinteren Horn zu statuiren, in dem Sinn, als ob nur das erstere Riechlappenkommissuren führe. Wie viele Fasern dieses Charakters im hinteren Horn enthalten sind, das wird sich danach richten, wie weit der Lobus pyriformis sich nach hinten erstreckt; wo er weit nach hinten reicht, z. B. beim Maulwurf und Igel, da wird das hintere Horn sehr viele Riechlappenkommissuren führen und in Folge dessen im Verhältnis zum vorderen eine ansehnliche Stärke besitzen: man denke sich nun, dass in einem Fall der größere Theil des Lobus pyriformis hinter dem Querstück der Com-

[1] Die Schnittreihe ist in der für diese Untersuchung ungünstigen Frontalebene angelegt; in Folge dessen hatte ich früher die restirenden Bündel irrigerweise als Theile der inneren Kapsel aufgefasst. Am Maulwurfgehirn habe ich mich eines Besseren überzeugt.

missura anter. oder überhaupt so liegt, dass die Mehrzahl der Riechlappenkommissuren sich dem hinteren Horn der Commissura anter. anschließt, so wird dieses ceteris paribus sich in seiner Stärke dem vorderen Horn nähern und dies um so mehr, wenn der Hauptbestandtheil des vorderen Hornes, die Kommissur der beiden Bulbi olfactorii, sehr schwach ist; ein solches Verhältnis möchte vielleicht beim Menschen und Affen dazu beitragen, dass die hinteren Hörner so außerordentlich die vorderen an Fasermenge übertreffen.

Ein zweites Moment für die relative Größe der Vorder- und Hinterhörner der Commissura anter. hat sich ergeben durch den Nachweis der Beziehung zum Mandelkern. Die Größe des letzteren wird ohne Zweifel von Einfluss sein auf die Stärke des hinteren Hornes der Kommissur, was durch die Fledermaus recht gut illustrirt wird.

Eine besonders starke Entwicklung des hinteren Hornes wird man erwarten dürfen, wenn mit einem weit nach hinten reichenden Lobus pyriformis ein großer Mandelkern koincidirt; das ist der Fall beim Maulwurf und beim Igel.

Indem ich so die Konsequenzen ziehe, welche sich aus den Befunden am Maulwurf ergeben, kann ich mir nicht verhehlen, dass es wünschenswerth wäre, dieselben in weiterem Umfange vergleichend-anatomisch zu prüfen.

Das Gewölbe (Fornix) besteht aus Elementen jeder Gattung: Kommissuren-, Associations- und Projektionsfasern. Die meisten entspringen im Ammonshorn. Ich gehe daher in der Beschreibung von diesem aus, indem ich von hinten nach vorn vorschreite.

Nach hinten reicht das Gewölbe so weit wie der Balkenwulst; ein beliebiger Querschnitt durch den letzteren (Fig. 19, 20) zeigt, dass derselbe aus zwei Blättern besteht, welche im Bereich der Mittellinie mit einander verwachsen sind. Das tiefe Blatt ist nichts Anderes als das Psalterium, also ein Theil des Gewölbes und besteht aus Fasern, welche die Laminae superficiales der beiden Ammonshörner mit einander verbinden. Sie haben schon oben (p. 632) bei der Besprechung des Muldenblattes eine kurze Erwähnung gefunden. Hergebrachterweise werden Balken und Psalterium als zwei gesonderte Gebilde aufgefasst — mit Unrecht, wie aus der Betrachtung des Maulwurfsgehirnes hervorgeht. Wären sie es, so könnte der Maulwurf eben so wenig, wie er ein Balkenknie hat, einen Balkenwulst haben, da bei ihm von einem Hinterhaupts- und

Unterlappen nicht die Rede sein kann. Ein Balkenwulst ist aber in der That vorhanden, dessen tiefes Blatt sogar sehr weit nach vorn reicht und ausschließlich vom Psalterium gebildet wird. Bei den höheren Säugern ist dieses nur ein kleiner Theil vom ventralen Blatte des Balkens, weil das Ammonshorn gegen die enormen Hinter- und Unterlappen zurücktritt; dass aber auch bei ihnen eine Trennung von Psalterium und Balken unmöglich ist, davon kann man sich an jeder Frontalschnittreihe überzeugen. Das Psalterium ist eben bei allen Säugern ein Theil vom Balken, wie das Ammonshorn ein Theil der Hirnrinde ist. Damit ist zugleich der Charakter desselben bezeichnet: es führt, wie der übrige Balken, Kommissurenfasern.

Mit der Bezeichnung Psalterium fasst man in der menschlichen Anatomie sämmtliche Querfasern (Kommissuren) beider Ammonshörner zusammen. Der Name ist für den Menschen recht zweckmäßig, weil hier die Querfasern eine einzige zusammenhängende Lamelle bilden, welche sofort als ein Ganzes aufgefasst wird; das kommt daher, dass beim Menschen die Ammonshörner weit aus einander liegen; ihre Fasermasse sammelt sich in den hinteren Schenkeln des Gewölbes und indem diese sich gegen die Mittellinie einander nähern, vollzieht sich die Scheidung in Längs- und Querfasern, ohne dass die Übersicht durch zwischengelegene graue Substanz gestört würde. Etwas anders verhält sich die Sache beim Kaninchen; hier reichen die Ammonshörner einerseits bis zur Mittellinie, wo sie mit einander verwachsen, andererseits weit nach vorn bis über die Commissura cerebri anterior hinaus. Da in dieser ganzen Länge beide Seiten Querfasern mit einander austauschen, so verlaufen naturgemäß diejenigen, welche die oberflächlichen Blätter der Ammonshörner verbinden, dorsal von diesen, diejenigen, welche den tiefen Blättern angehören, ventral von denselben. Während man also beim Menschen weder innerhalb der hinteren Gewölbeschenkel noch innerhalb des Psalterium unterscheiden kann, welche Querfasern dem oberflächlichen, welche dem tiefen Blatte des Ammonshornes angehören, ist dies beim Kaninchen möglich. Beide Faserlagen sind zwar durch das zwischenliegende Ammonshorn getrennt, gehören aber ihrer Bedeutung nach zu einander. Ich kann hiernach nicht mit der Unterscheidung einverstanden sein, welche v. Mihalkovics (a. a. O. pag. 126 macht, indem er nur die ventrale Faserlage als Psalterium auffasst; vielmehr bilden beide Faserlagen zusammen das, was man beim Menschen Psalterium nennt und sind als solches zwar ein Theil des

Gewölbes, aber beide nach ihrem anatomischen Verhalten gleichzeitig ein Theil des Balkensystems. Wenn dies, wie ich deutlich gemacht zu haben glaube, richtig ist, so wird man ihnen mit Fug und Recht denselben Charakter vindiciren, welcher für den Balken erwiesen ist, den Charakter von Kommissuren. Dass die Fasern der ventralen Lage »nicht identische Punkte der beiden Ammonshörner verbinden« (v. Mihalkovics a. a. O. pag. 128), dürfte kaum zu erweisen sein. — Der Maulwurf steht, was das Verhalten der Querfasern des Fornix betrifft, zwischen Kaninchen und Mensch, in so fern die Ammonshörner nicht so weit nach vorn reichen und die tiefen Blätter derselben sich einander nicht, wie beim Kaninchen, nähern. Mit beiden Umständen hängt es zusammen, dass beim Maulwurf die Querfasern, welche den tiefen Blättern entstammen, in den vor dem Ammonshorn gelegenen Querebenen die Mitte überschreiten und nicht wie beim Kaninchen ventral von demselben.

Zwischen dem Psalterium und dem dorsalen Blatt des Balkens liegt nahe der Mittellinie der Querschnitt eines Bündels, welches von Stieda[1] und Forel[2] zum Gewölbe gerechnet wird. Forel lässt dasselbe in die vordere Säule des Gewölbes übergehen, was bestimmt nicht richtig ist. Ich habe dasselbe oben (pag. 640) als »Bogenbündel der durchsichtigen Scheidewand« beschrieben und es entstehen lassen durch die Ansammlung von Fasern, welche aus dem Gyrus fornicatus kommend den Balken durchdringen, sich hier sammeln und als geschlossenes Bündel zwischen Balken und Psalterium verlaufen bis zum Septum pellucidum. Dieses Bündel steht auch zum Ammonshorn in Beziehung; es bekommt nämlich einen Zuzug von Fasern aus der Lamina superficialis cornu ammonis, welche die Querfasern des Psalterium in ventral-dorsaler Richtung durchsetzen. In Frontalschnitten des Maulwurfs finde ich sie schräg durchschnitten zwischen den Fasern des Psalterium und besonders schön sah ich sie an Goldpräparaten vom Kaninchen.

Ein Schnitt, welcher vor die Spitze des Ammonshornes fällt (Fig. 13, 14, 15, 16, 17[3]), zeigt in der Konfiguration des Fornix ein wesentlich anderes Bild als das aus dem Bereiche des Balkenwulstes beschriebene: mit einem Mal erscheint die Fasermasse be-

[1] a. a. O. II. Die Maus pag. 88.

[2] a. a. O. I. Fig. 6, 7 und 8 Forn. long. und Erklärungen dazu.

[3] Das Bogenbündel der Scheidewand ist in Fig. 17 deutlicher abgegrenzt, als es in Wirklichkeit in dieser Querebene erscheint.

deutend vermehrt und in anderer Anordnung: dies hat zwei Ursachen:

1) es haben sich beide Bogenbündel des Septum pellucidum so zu den Fornixfasern hinzugesellt, dass sie fernerhin nicht davon zu unterscheiden sind,

2) die große Fasermasse, welche sich am ganzen Rand des Ammonshornes entlang als Fimbria gesammelt hatte, ist mit einem Mal in die Schnittebene getreten; ihre Fasern sind aber dem makroskopischen Verlauf der Fimbria entsprechend zunächst fast alle schräg geschnitten und heben sich darum nur undeutlich von den quergetroffenen Bogenbündeln des Septum pellucidum ab. Die Fimbria führt außer den Projektionsfasern des oberflächlichen Blattes vom Ammonshorn, sämmtliche Fasern, welche vom tiefen Blatt und der Fascia dentata abtreten.

Nur ganz allmählich scheiden sich die verschiedenen Fasergattungen, welche den Fornix an dieser Stelle zusammensetzen, durch die Richtung, welche sie einschlagen: die Kommissuren gehen quer über die Mittellinie: bis in die vorderen Ebenen des Gewölbes (Fig. 13 bilden sie den ventralsten Theil desselben: sie beschreiben also im Ganzen nach vorn konvexe Bögen[1]; — die Projektionsfasern gehen aus der schrägen Richtung mehr und mehr in die rein sagittale über: sie reichen am weitesten nach vorn und bilden zuletzt über der vorderen Kommissur beiderseits neben der Mittellinie je ein kompaktes Bündel, die vordere Säule des Gewölbes Fig. 10 u. 11; — ein dritter Theil endlich strahlt, nach vorn, dorsal- und lateralwärts gerichtet, in die graue Masse des Septum pellucidum ein, welche beiderseits den Fornixkörper überzieht und auch zwischen seine Fasern eindringt. Dies sind Associationsfasern des Septum pellucidum, welche in ihrer Mehrzahl aus dem Bogenbündel, also aus dem Gyrus fornicatus und der Lamina superficialis cornu ammonis stammen. Man muss aber annehmen, dass auch die Fimbria vom tiefen Blatt des Ammonshornes und von der Fascia dentata Associationsfasern für das Septum pellucidum heraufführt; zu dieser Annahme bestimmt mich einmal die Analogie mit dem oberflächlichen Blatt, für welches ich jene Verbindung nachgewiesen habe, dann aber auch eine Schätzung der Fasern des Fornix, für deren Masse ich gar keine andere Erklärung weiß.

[1] Dass sie noch zum Psalterium zu rechnen sind, wurde bereits auseinander gesetzt.

Der Schnitt, welchen Fig. 11 darstellt, ist der vorderen Partie des Fornix entnommen: derselbe enthält keine Kommissurenfasern mehr und auch von den Associationsfasern hat sich schon eine große Zahl in den hinteren Partien des Septum vertheilt; es sind also nur noch die Projektionsfasern und ein Theil der Associationsfasern darin vorhanden. Die Masse derselben ist aber immer noch so groß, dass sie den Querschnitt der vorderen Säulen plus den Bogenbündeln des Septum noch übertrifft. Diese Schätzung macht zwar keinen Anspruch auf Genauigkeit, schon desshalb, weil die Fasern des Fornix in Fig. 11 großentheils schräg durchschnitten sind, allein das Resultat derselben ist so bedeutend, dass es durch diesen Fehler unmöglich aufgewogen wird. Man muss eben bedenken, dass in diesem Schnitt nur noch ein Theil der Associationsfasern vorhanden ist: ein großer Theil hat, wie gesagt, schon hinter demselben im Septum sein Ende gefunden.

Nach vorn von der Fig. 11 wird die Fasermasse des Gewölbes immer geringer, indem die Associationsfasern nach und nach alle in das Septum einstrahlen und nur die Projektionsfasern — in zwei kompakte Bündel, die vorderen Säulen des Gewölbes, gesammelt, — übrig bleiben. Diese ändern ihre Richtung, indem sie ventralwärts umbeugen; dabei beschreiben sie einen nach vorn konvexen Bogen, dessen Scheitel bis in die Querebene hineinragt, welche den vorderen Rand der Commissura anterior trifft. Sie müssen also, um hinter die Commissura anterior zu gelangen, zum Theil einen rückläufigen Verlauf nehmen. Während dessen (Fig. 10) sind die Säulen des Gewölbes überall von der grauen Masse des Septum pellucidum umhüllt, — nur an einer ganz minimalen Stelle sind sie frei, nämlich gerade hinter der Commissura anterior, bevor sie in das centrale Grau des dritten Ventrikels eintreten.

Ich habe oben gesagt, dass das Bogenbündel des Septum pellucidum vor dem Ammonshorn sich dergestalt dem Fornix beimischt, dass eine gesonderte Verfolgung nicht möglich ist; somit ließe sich auch nicht mit Bestimmtheit sagen, ob Fasern desselben in die vordere Säule des Gewölbes übergehen, oder nicht. Der Maulwurf ist für die Entscheidung dieser Frage kein geeignetes Untersuchungsobjekt, weil das Grau des Septum außerordentlich weit nach hinten reicht und überall zwischen die Fasern des Gewölbes eindringt. Viel günstiger und überzeugend ist das Kaninchenhirn. Bei diesem bildet das Septum mehr ein zusammenhängendes, für sich bestehendes Ganzes, dessen Elemente sich sehr wenig mit denen des Ge-

wölbes vermischen. Daher verlaufen auch hier die Faserzüge mehr separirt; es kommt dazu, dass hier die Ammonshörner viel weiter nach vorn reichen und das Gewölbe größtentheils ventral von denselben liegt, so dass, wenn man in die unmittelbar vor den Ammonshörnern gelegenen Querebenen gelangt, man vom Gewölbe fast nichts mehr vorfindet, dagegen das Septum pellucidum mit seiner Hauptmasse gerade beginnt in den Schnitt zu treten. Von den Gewölbefasern sieht man in dieser Gegend nur noch einzelne Bündelchen, welche schräg nach hinten und ventralwärts ziehen. Dagegen fangen die Bogenbündel, welche bis in die vordersten Ebenen des Ammonshornes dreieckige, zwischen Balken und Psalterium eingeschlossene, kompakte Querschnitte bildeten, jetzt erst an, ventralwärts und nach vorn ins Septum pellucidum abzufließen, in welchem sie sich rasch völlig auflösen.

von Gudden[1] hat in neuester Zeit den experimentellen Nachweis erbracht, dass die Fasern der Fornixsäulen nur zum größeren Theil dem gleichseitigen, zum kleineren Theil dem entgegengesetzten Ammonshorn entstammen. Dieser kleinere Theil geht zwischen den Spitzen der Ammonshörner eine Kreuzung ein, welche beim Kaninchen schon an Frontal-Schnittreihen des normalen Gehirnes aufs deutlichste zu sehen ist: die Fasern mischen sich nach der Kreuzung dem Körper des Gewölbes bei und sind dann nicht weiter zu verfolgen; dagegen gehört ihre Isolirung und der dadurch ermöglichte Nachweis ihres Überganges in die entgegengesetzte Fornixsäule zu den schönsten Erfolgen der experimentellen Methode. Ich habe das Experiment von Gudden's bei weißen Ratten wiederholt und ganz dasselbe Resultat erhalten. Man wird per analogiam die Existenz dieses »oberen gekreuzten Bündels der Fornixsäule[2] auch beim Maulwurf annehmen dürfen, obgleich am normalen Gehirn desselben die Kreuzung sich nicht nachweisen lässt: die Konfiguration der Ammonshörner ist hierfür beim Kaninchen günstiger.

So viel über die Herkunft der Fornixsäule: über den weiteren Verlauf ihrer Fasern wird später pag. 675 ff. und 689 ff. zu berichten sein.

---

[1] a. a. O. VI. pag. 446 u. 447.

[2] Oberes gekreuztes Bündel im Gegensatz zum unteren gekreuzten (v. Gudden a. a. O. VI. pag. 445), d. h. jenem Theil der Fornixsäule, welcher ins Tuber cinereum hinabsteigt (s. unten pag. 689).

IV. Region des Streifenhügels.

Der Streifenhügel. Die Trennung des Streifenhügels in geschwänzten Kern und Linsenkern ist nur so weit eine bestimmte, als die innere Kapsel ein ziemlich kompaktes Markfeld bildet, d. h. beim Maulwurf bis in die Querebenen des Chiasma Nn. opticor.; über diese hinaus nach vorn fährt die innere Kapsel in eine große Zahl kleinerer Bündel aus einander, welche den Kopf des Streifenhügels durchbrechen und zwischen sich so große Lücken grauer Substanz lassen, dass man hier nicht sagen kann, was zum Linsenkern und was zum geschwänzten Kern gehört. Dagegen ist von den Ebenen des Chiasma nach hinten die Trennung eine vollständige. Von da an unterscheidet man im Linsenkern zwei Abtheilungen: eine laterale größere und eine mediale kleinere; diese ist ausgezeichnet durch einen großen Reichthum an markhaltigen Nervenfasern bei relativ kleiner Zahl von Ganglienzellen; daraus resultirt ein helleres Aussehen derselben, was ihre Unterscheidung vom lateralen Glied erleichtert. Das letztere ruht mit seiner ventralen Fläche auf dem Mandelkern; nur mit seinem medialsten Theil dringt es bis an den Rindenüberzug der Basis cerebri vor in Gestalt eines schmalen Fortsatzes, welcher »Stiel des Linsenkernes« Pedunculus nuclei lentiformis)[1] genannt wird (Fig. 16, 17, 30 und 31 *p. n. l.*).

Die histologische Zusammensetzung ist im ganzen Streifenhügel die gleiche. Die Nervenzellen sind sternförmig, haben vielfach Ähnlichkeit mit Pyramidenzellen, lange Fortsätze und einen Durchmesser bis zu 15 μ. Ich habe viele aus Macerationspräparaten isolirt und gebe in Figur 39 ein Paar Abbildungen von solchen. An Schnittpräparaten erkennt man, selbst bei vortrefflicher Karminfärbung, die Gestalt dieser Zellen nur sehr unvollkommen, dagegen sieht man eine große Anzahl der blasenförmigen Gebilde, welche an manchen Stellen die einzigen zelligen Elemente zu sein scheinen. Von einer besonderen Anordnung oder Gruppirung derselben ist nichts zu bemerken.

Es ist hier der Ort, auf die Frage einzugehen, welche morphologische Bedeutung dem Streifenhügel zukommt, speciell in welchem Verhältnisse derselbe zur Großhirnrinde steht. Wenngleich die

[1] Burdach a. a. O. Bd. II. pag. 128.

Struktur desselben, wie ich sie soeben beschrieben habe, nicht an den Bau der Großhirnrinde erinnert, so giebt es doch Gründe, welche, wie mir scheint, zu der Annahme nöthigen, dass der Streifenhügel ein der Hirnrinde analoges Gebiet, so zu sagen ein Theil derselben ist. Einer von diesen Gründen ist die bekannte entwicklungsgeschichtliche Thatsache, dass der Streifenhügel sich, wie die Hirnrinde aus dem Hemisphärenbläschen entwickelt; die Hauptstütze aber bildet ein Experiment von v. Gudden, aus welchem hervorgeht, dass die graue Substanz des Streifenhügels von der Hirnrinde völlig unabhängig ist. Man mag beim neugeborenen Kaninchen noch so viel von der Hemisphäre exstirpiren, es erfolgt keine Atrophie des Streifenhügels[1]. Ich habe die vor Jahren von Prof. v. Gudden angefertigten Präparate untersucht, ich habe selbst wiederholt das Experiment ausgeführt, indem ich die ganze Hemisphäre exstirpirte, so dass der Streifenhügel ganz entblößt dalag: beim erwachsenen Kaninchen war in der Entwicklung beider Streifenhügel kaum eine Differenz wahrzunehmen, nicht größer, als sie dem Ausfalle gewisser Fasern entsprechen mochte, welche aus der Rinde in den Streifenhügel eingehen; an den Schnittpräparaten war von einer Atrophie der grauen Massen nichts wahrzunehmen. Der Streifenhügel verhält sich also gegen dieses Experiment wie ein Rindengebiet, dessen Nachbarterritorium zerstört worden ist: es gehen nur die Associationsfasern zu Grunde, alle anderen und die graue Substanz selbst bleiben erhalten. Bestände ein Abhängigkeitsverhältnis des Streifenhügels von der Hirnrinde im Sinne Meynert's, so müsste derselbe nach Exstirpation der letzteren atrophiren[2].

Aus der Analogie des Streifenhügels mit der Hirnrinde ergeben sich Konsequenzen für die Auffassung der Fasern desselben, zu deren Beschreibung ich nunmehr übergehe.

In den geschwänzten Kern strahlen aus der inneren Kapsel dünne Bündel ein, welche radienförmig gegen die Oberfläche desselben vordringen, dabei immer lichter werden und sich in einzelne Fasern auflösen, deren weitere Verfolgung nicht möglich ist. Auf rein anatomischem Wege lässt sich nicht eruiren, woher diese

[1] v. Gudden a. a. O. VI. pag. 439.

[2] Dieser Satz kann nicht besser illustrirt werden als durch folgendes Beispiel, welches ich der lichtvollen Arbeit v. Gudden's über das Corpus mammillare entnehme: Exstirpation einer Großhirnhemisphäre erzeugt sekundäre Atrophie des Thalamus opticus und in Folge von Atrophie des Vicq d'Azyr-schen Bündels tertiäre Atrophie des medialen Ganglion vom Corpus mammillare.

Fasern kommen, ob aus der Hirnrinde, ob aus weiter abwärts gelegenen Gebieten, oder ob beides der Fall ist. Letzteres hat sich in der That durch das oben beschriebene Experiment von Gudden's herausgestellt: nach Exstirpation eines Theiles der Hirnrinde ist die Zahl dieser Bündel auf der operirten Seite kleiner, ihr Kaliber schmächtiger, als auf der nicht operirten; daraus ergiebt sich die unabweisliche Folgerung, dass jene Fasern zum Theil als Verbindungen der Hirnrinde mit dem Streifenhügel d. h. als Associationsfasern aufzufassen sind: die Übrigen sind Projektionsfasern, welche durch die innere Kapsel (und wahrscheinlich durch den Hirnschenkelfuß) zu weiter abwärts gelegenen Partien gelangen.

Zu erwähnen sind hier auch die Fasern, welche aus dem Septum pellucidum in den Nucleus septi, der ja ein Theil des Streifenhügelkopfes ist, übertreten: wenn ich es oben als wahrscheinlich hingestellt habe, dass sie Projektionsfasern sind, welche den Nucleus septi nur durchsetzen, um zur innern Kapsel zu gelangen, so kann ich es hier nicht ganz von der Hand weisen, dass vielleicht ein Theil derselben Associationsfasern repräsentirt, welche im Streifenhügel enden würden.

Der Linsenkern wird von Bündeln verschiedener Dicke durchzogen, welche fast alle nach dem medialen Gliede konvergiren und da sie hier auf ein enges Territorium zusammengedrängt sind, demselben ein markweißes Aussehen geben. Aus dem medialen Gliede treten sie in die innere Kapsel über. Diese Fasern entstehen zum Theil, wie man mit Sicherheit sagen kann, im Linsenkern selbst, sowohl im lateralen, wie im medialen Glied desselben. So weit dies der Fall ist, sind sie Projektionsfasern desselben, welche wahrscheinlich in den Hirnschenkelfuß gelangen. Zum anderen Theil aber sind sie nachweislich aus dem Mandelkern und aus der äußeren Kapsel in denselben eingedrungen: es lässt sich vermuthen, wenn auch bis jetzt nicht nachweisen, dass auch von diesen Fasern eine Partie im Linsenkern endet als Associationsfasern zwischen Linsenkern einer-, Mandelkern und Lobus olfactorius andererseits: die meisten werden wohl als Projektionsfasern beider letztgenannten Rindengebiete den Linsenkern einfach durchsetzen und in die innere Kapsel gelangen.

Alle Fasern, welche im Streifenhügel endigen resp. entstehen, gehen hervor aus einem Netze markhaltiger Fasern, welches an Goldpräparaten vom Kaninchen bei etwa fünfzigfacher Vergrößerung gut

sichtbar ist und mit rundlichen Maschen die Nervenzellen umspinnt.

Der Mandelkern (Fig. 14—19, ferner 30 und 31). Die Lage des Mandelkernes habe ich bei der makroskopischen Beschreibung im Allgemeinen bereits angegeben und auch auf seine auffallende Entwicklung beim Maulwurf hingewiesen. Hier sind die genauen Grenzen und Größenverhältnisse nachzutragen.

Derselbe erscheint in den drei Hauptschnittebenen dreieckig: die Kombination der verschiedenen Schnitte ergiebt, dass er im Ganzen eine dreiseitige Pyramide darstellt, welche vom Streifenhügel bedeckt, ihre Spitze nach vorn, ihre Basis nach hinten gegen die Lichtung des Unterhornes vom Seitenventrikel wendet (Fig. 30). Mit der dorsalen Fläche liegt sie am Linsenkern, mit den beiden anderen an der Rinde des Lobus pyriformis an und zwar hängt die ventrale Fläche mit derselben unmittelbar zusammen, während die laterale von derselben durch eine dünne Marklamelle getrennt ist. Der größte Durchmesser des Mandelkernes in sagittaler Richtung beträgt 2 mm, in transversaler 2,2 mm und in dorsal-ventraler 2,5 mm.

Derselbe ist gleichmäßig dicht bevölkert von sternförmigen Zellen mit einem Durchmesser von 15 μ und etwas darüber. Eine Schichtung nach Art der Hirnrinde ist nicht vorhanden, doch kommt der Mandelkern in seiner Struktur der Rinde entschieden näher, als der Streifenhügel; dazu trägt einmal sein unmittelbarer Zusammenhang mit derselben bei, dann aber der Umstand, dass auch in Schnittpräparaten die blasenförmigen Zellen fast völlig fehlen, welche dem Streifenhügel durch ihre große Menge ein gegenüber der Hirnrinde fremdartiges Aussehen geben. Ich rechne den Mandelkern zur Hirnrinde wegen seines Zusammenhanges mit derselben, wegen seiner Abstammung aus dem Hemisphärenbläschen und endlich wegen seiner Faserverbindungen, namentlich seiner Kommissur, welche ihn mit unzweifelhaften Rindengebieten auf eine Stufe stellt.

Drei Arten von Fasern gehen aus dem Mandelkern hervor:

1) Kommissurenfasern,
2) Fasern, welche in den Streifenhügel eintreten Projektions- und Associationsfasern ?) und
3) die Stria terminalis.

ad 1. Die ersteren verlassen den Mandelkern vorzugsweise an seiner Spitze und am medialen Rand in der Nähe der Spitze (Fig. 30): sie nehmen hier Theil an der Bildung einer Marklamelle, welche den

Mandelkern vom Stiele des Linsenkernes scheidet und begeben sich im horizontalen Bogen nach vorn und medialwärts, wobei sie den Kopf des Streifenhügels durchbohren. Nahe der Mittellinie treffen sie zusammen mit den Kommissurenfasern aus dem hintersten Theil des Lobus pyriformis, welche die Spitze des Mandelkernes vorn umgreifen. Beide vereinigt bilden das hintere Horn der Commissura anter. Das Ganze sieht man recht gut an Horizontalschnitten (Fig. 30). Noch schöner und überzeugender als beim Maulwurf stellt sich das Verhältnis in einem Horizontalschnitt der Fledermaus dar, welche überhaupt für die Untersuchung des Mandelkernes ganz besonders geeignet ist; hier spaltet sich das hintere Horn der Commissura anter. in zwei Zweige, von welchen der eine zwischen Mandelkern und Stiel des Linsenkernes tritt, und nach hinten verlaufend beständig Fasern in den Mandelkern schickt, der andere vor dem Mandelkern herum zwischen ihn und Rinde des Lobus pyriformis tritt.

ad 2. Diese Fasern sieht man an Frontalschnitten; sie konvergiren in Bündeln radienförmig gegen den Linsenkern, durchbrechen die Marklamelle, welche diesen vom Mandelkern trennt und strahlen in den Linsenkern ein; ich habe über den Charakter derselben bereits oben (pag. 664) meine Ansicht gesagt.

ad 3. Die Stria terminalis entsteht, indem aus allen Theilen des Mandelkernes Fasern nach dem hinteren dorsalen Rand desselben konvergiren, wo sie sich zu einem kompakten Bündel vereinigen (Fig. 29, 17 und 18). Dieses Bündel gelangt in kurzem dorsalwärts gerichtetem Verlauf an den medialen Rand des geschwänzten Kernes und verläuft diesem entlang bis in die Gegend der vorderen Kommissur. Während dieses Verlaufes liegt die Stria terminalis unmittelbar auf der inneren Kapsel auf und ist mit dem geschwänzten Kern innig verbunden. In welcher Weise diese Verbindung Statt hat, vermag ich nicht mit Bestimmtheit anzugeben, weder an ausgezeichneten Goldpräparaten (Frontalschnitte vom Kaninchen), noch an Karmin- und Osmiumpräparaten vom Maulwurf habe ich mich überzeugen können, dass sie Fasern in den geschwänzten Kern hineinsendet; hiergegen spricht auch der Umstand, dass ihr Querschnitt bis in die Gegend der Commissura anter. gleich groß bleibt. Das weitere Schicksal derselben ist folgendes: Ein Theil ihrer Fasern strahlt unmittelbar hinter der Commissura anter. (Fig. 12) ventralwärts ins Grau des dritten Ventrikels, ein anderer Theil wendet sich dorsal- und medialwärts und gelangt ins Septum pellucidum (Fig. 30); ein Rest derselben geht bis über die vordere

Kommissur nach vorn und gesellt sich hier den Fasern zu, welche aus dem Septum pellucidum in die Rinde am Kopf des Streifenhügels ziehen. Diese letztere Verbindung habe ich nicht beim Maulwurf, sondern nur beim Kaninchen an Goldpräparaten nachweisen können. Für den Ursprung der Stria terminalis empfiehlt sich das Studium von Sagittalschnitten, von welchen ich einen abgebildet habe (Fig. 29); der graue Kern kann seiner Lage und Struktur nach nichts Anderes sein als der Mandelkern.

Die Verbindung mit dem Septum pellucidum ist mir aus Horizontalschnitten am besten ersichtlich gewesen.

V. Region des Sehhügels.

A. Der Sehhügel. Was ich früher über die Lage und Ausdehnung des Sehhügels gesagt habe, ist hier zunächst zu vervollständigen. Seitlich und theilweise auch vorn grenzt derselbe an die innere Kapsel, nach hinten überragt er dieselbe, doch ist es hier auch mikroskopisch nicht möglich, eine sichere Grenze gegen den inneren Kniehöcker zu finden. Medial wird er vom centralen Höhlengrau in verschiedener Dicke überzogen und auch hier ist vielfach schwer zu sagen, was zu jenem, was zu diesem gehört.

Die graue Masse des Sehhügels scheint auf den ersten Blick fast nur aus Blasenzellen zu bestehen; diese sind in so überwiegender Zahl vorhanden, beherrschen auch durch ihr Aussehen das ganze Feld so sehr, dass man nach den anderen Elementen erst suchen muss. Außer den blasenförmigen Zellen finde ich noch zweierlei nach Gestalt und namentlich Größe verschiedene Elemente im Sehhügel, einmal Zellen mit mehr pyramidenförmiger Kontur und etwa 8—9 μ Querdurchmesser, welche im ganzen Sehhügel vorkommen, dann große Zellen mit vier und mehr Fortsätzen und einem Durchmesser von 18 μ, welche hauptsächlich im medialen, lateralen und hinteren Kern des Thalamus regelmäßig eingestreut sind. Diese für den Maulwurf verhältnismäßig großen Nervenzellen färben sich nur schwach mit Karmin, was ihre Auffindung erschwert.

Bekanntlich gruppirt sich die graue Masse des Thalamus opticus beim Menschen und Affen in einer Weise, welche schon Burdach Veranlassung gab, sie in einzelne »Kerne« zu zerlegen. Maßgebend für diese Eintheilung ist einzig und allein das Verhalten der die Kerne von einander scheidenden, makroskopischen »Markblätter« (Laminae medullares). Bei der mikroskopischen Durchforschung des

Sehhügels kleiner Gehirne wird aber noch ein anderes unabweisliches Moment für die Eintheilung wichtig, nämlich die elementare Zusammensetzung der einzelnen Partien. Vom menschlichen Sehhügel ist meines Wissens eine derartige Untersuchung Schnitt für Schnitt noch nicht angestellt; beim Maulwurf und noch mehr beim Kaninchen führt sie dazu, eine größere Anzahl Thalamuskerne aufzustellen, als man bislang bloß nach Maßgabe der Markblätter beim Menschen anzunehmen pflegt. Unter diesen Umständen muss einstweilen von dem Versuche, die Homologie zwischen den Sehhügelkernen des Menschen und niederer Säuger zu finden, Abstand genommen werden. Ich beschränke mich auf die einfache Beschreibung der Kerne, wie sie an Schnittreihen sich darstellen, bemerke aber zuvor, dass das bei kleinen Thieren viel beträchtlicheren Schwierigkeiten begegnet, als beim Menschen, einmal weil die Markblätter viel dürftiger entwickelt, sodann weil die Kerne noch weniger gut von einander abgegrenzt sind, als beim Menschen.

Frontalschnitte durch den vordersten Theil des Sehhügels (Fig. 11) fallen ganz in das Stratum zonale, welches in ziemlicher Dicke die Spitze desselben überzieht. Etwas weiter nach hinten (Fig. 12 und 13) erscheint zwischen den zonalen Fasern beider Thalami graue Masse, welche ausschließlich aus blasenförmigen Zellen besteht und nichts Anderes ist, als der vorderste Theil des centralen Höhlengrau. Erst einige Schnitte weiter nach hinten trifft man auf eigentliche Thalamussubstanz, welche in folgender Weise angeordnet ist (Fig. 14):

Das centrale Höhlengrau bildet hier gerade dorsal vom dritten Ventrikel einen rhombischen, quer gestellten Körper, welcher ringsum durch dünne Lamellen feinster markhaltiger Fasern begrenzt ist. Dorsal schließt sich an diesen Theil des centralen Höhlengrau eine senkrecht stehende, dünne Platte, welche die beiden Sehhügel mit einander verbindet, sich aber von der Substanz derselben histiologisch nicht trennen lässt; nur ihr dorsalster Theil, welcher zwischen den Zonalfasern und weiter hinten zwischen den Taeniae thalami opt. beider Seiten liegt, ist stärker entwickelt und von der Sehhügelsubstanz gut geschieden. Derselbe erstreckt sich fast über die ganze Länge des Sehhügels, wird dabei nach hinten zu in allen Dimensionen immer größer und geht in der Gegend der Zirbel kontinuirlich in den vorderen Zweihügel über (Fig. 14—24). Diese enorme Größe giebt dem dorsalsten Theil des centralen Grau eine besondere selbständige Bedeutung, doch habe ich weder in der elementaren Zusammen-

setzung noch in Faserverbindungen einen Fingerzeig für die Deutung desselben gefunden: die zelligen Elemente sind dieselben wie im übrigen centralen Grau und die Fasern müssen größtentheils als Passanten angesehen werden: es sind theils Radiärfasern (s. d. pag. 678), welche der Taenia thal. opt. derselben und der entgegengesetzten Seite zustreben, theils Querfasern zwischen den hinteren Thalamuskernen beider Seiten; die einzigen Fasern, deren Ursprung ich in diesem Theil des centralen Grau finde, gehen zum Ganglion habenulae (s. u. pag. 679).

In der Substanz des Sehhügels (Fig. 14) kann man beiderseits je zwei Abtheilungen unterscheiden, eine dorsale kleinere, welche in Karminpräparaten sich stark röthet und eine ventrale, größere, die mehr blass erscheint. Die letztere bildet den größten Theil des Sehhügels und zerfällt alsbald (Fig. 15) durch eine sehr zarte Marklamelle in einen medialen und einen lateralen Theil, den medialen und lateralen Kern des Thalamus, wie ich sie nennen will. Diese beiden Kerne haben gleichen histologischen Bau: viele große Blasenzellen, große (18 μ) sternförmige und kleine pyramidenförmige Zellen.

Die erstere stark geröthete Abtheilung bildet im Querschnitt ein dreieckiges Feld, welches eine Spitze gegen die Mittellinie wendet. Dieses Feld kann man an Frontalschnitten bis über die Mitte der Sehhügellänge hinaus rückwärts verfolgen, wobei es nach hinten allmählich kleiner wird. In Sagittalschnitten erscheint es als ein keulenförmiger Körper, der mit seiner schmalen Partie der Länge nach die übrige Masse des Sehhügels bedeckt. Ich nenne diese Abtheilung vorderen Kern des Thalamus, ohne dass ich damit die Homologie mit dem Tuberculum anterius thal. opt. höherer Säuger behaupten möchte. Die histiologische Zusammensetzung desselben ist keine gleichmäßige; man muss vielmehr (Fig. 15) eine dorsale Schicht unterscheiden, welche fast ausschließlich kleine (8 μ) pyramidenförmige Zellen in sehr dichter Anordnung enthält, die viel Farbstoff aufnehmen und eine ventrale, welche neben pyramidenförmigen viele Blasenzellen enthält. Die dorsale Schicht reicht nicht so weit nach hinten, wie die ventrale.

Ich habe bis jetzt drei Kerne des Sehhügels aufgeführt: den vorderen mit seinen beiden, histologisch zu trennenden Abtheilungen, den medialen und den lateralen Kern. Der laterale Kern legt sich wie eine Schale um den medialen herum: die Marklamelle zwischen denselben ist außerordentlich fein, sie kommt am besten an durchsichtigen Präparaten zur Anschauung, wenn man das Licht

schräg durchfallen lässt. Fig. 17 zeigt nur den medialen und lateralen Kern. Wenige Schnitte weiter nach hinten hat sich in der Substanz des letzteren eine Trennung geltend gemacht, wodurch der medialste und zugleich ventralste Theil des lateralen Kernes selbständig erscheint (Fig. 18). Ich nenne ihn den hinteren Kern, weil er am weitesten von allen sich nach hinten erstreckt, wobei sein Querschnitt zuerst beträchtlich zunimmt; weiter hinten, wo er vom medialen Kniehöcker außen umhüllt ist (Fig. 24) wird er wieder kleiner und zuletzt (Fig. 25) von diesem ganz verdrängt.

Außer diesen vier besprochenen Kernen gehört noch eine Zellenmasse zum Sehhügel, welche überall die lateralste Zone desselben bildet; dies ist die sogenannte Gitterschicht des Thalamus, graue Masse von der Zusammensetzung des medialen und lateralen Kernes, welche durch die Einstrahlung der Fasern aus der Capsula interna aus einander gedrängt wird.

Wie schwierig es ist, die Homologie der Thalamuskerne verschiedener Säuger aufzufinden, davon habe ich mich überzeugt durch Vergleichung des Maulwurfs mit dem Kaninchen. Bei diesem Thier sind mehr Kerne resp. differenzirte Zellengruppen im Thalamus vorhanden als beim Maulwurf. Der vordere Kern des Kaninchens ist sehr augenfällig, besteht aus dicht gedrängten Zellen kleinen Kalibers und bildet in Frontalschnitten einen Rhombus, der sich gleich lateral an das Stratum zonale resp. das Vicq d'Azyr'sche Bündel anschließt; man kann außerdem einen lateralen Kern unterscheiden und einen medialen, muss aber im letzteren zwei Abtheilungen annehmen. Ventral vom medialen liegt aber wieder ein Kern, auf einer Reihe von Schnitten deutlich von den anderen geschieden, für welchen ich kein Homologon beim Maulwurf finde. Ferner liegt auf der Grenze zwischen dem medialen und lateralen Kern eine beträchtliche Anzahl großer, sternförmiger Zellen, über deren Vorkommen bei anderen Säugern mir nichts bekannt ist. Der hintere Kern scheint sich beim Kaninchen ähnlich wie beim Maulwurf zu verhalten, ist aber relativ viel größer; er bildet in seinem hinteren Theil in Querschnitten ein großes dreieckiges Feld zwischen Corpus geniculat. laterale und Lamina medull. extern. und geht hinten in das Corpus geniculat. mediale über. Vielleicht gelingt es mit der Zeit an der Hand eines großen vergleichend-anatomisch studirten Materiales, oder noch zuverlässiger durch Experimente, die Bedeutung der einzelnen Kerne zu eruiren.

Radiärfasern des Thalamus. Laminae medullares, Stratum zonale. Unter diesen Namen ist der größte Theil der Fasermassen des Sehhügels zusammengefasst: sie sollen nach einander besprochen werden.

Die Radiärfasern stammen alle aus der inneren Kapsel: in der ganzen Ausdehnung, in welcher diese den Sehhügel begrenzt, sendet sie Fasern in denselben hinein, welche zunächst sich unter einander mannigfach durchflechtend, die äußerste Schicht grauer Substanz zersprengen und ihr das Ansehen der Gitterschicht geben, dann in Bündeln radienförmig den Sehhügel horizontal und schräg durchstrahlen. Diese Bündel durchbrechen medial- und dorsalwärts strebend rücksichtslos die Kerne wie die Marklamellen und es ist leicht zu sehen, dass sie an der Bildung der letzteren keinen wesentlichen Antheil nehmen. Gegen die Mitte zu lösen sich die Bündel allmählich auf, nachdem sie schon auf ihrem ganzen Wege durch Faserabgabe schmächtiger geworden sind. Nur ein kleiner Theil, der später noch eine genauere Besprechung finden wird, strebt gegen die Taenia thalami optici.

Es wurde bereits gesagt, dass beim Maulwurf der Sehhügel ziemlich viel weiter nach hinten reicht als die innere Kapsel. Es bezieht aber der hintere Kern des Sehhügels eben so wohl wie die übrigen Kerne Radiärfasern. Um zu ihrem Ziel zu gelangen, wenden diese sich, nachdem sie in die Gitterschicht übergetreten sind, um und verlaufen gerade nach hinten; sie bilden Bündel von sagittaler Richtung, welche, so weit die innere Kapsel reicht, beständig Zuwachs aus dieser erhalten und daher nach hinten konstant zunehmen, bis sie am hinteren Ende der Capsula interna ihren größten Umfang erreicht haben. In Querschnitten (Fig. 22 u. 23 *. vgl. auch Fig. 28) bilden sie an dieser Stelle ein markiges Feld, welches zwischen dem lateralsten Theil des Pes pedunculi und dem hinteren Kern des Sehhügels ganz an der Peripherie des Stammhirns liegt und sich medialwärts ziemlich weit in die Regio subthalamica erstreckt; dadurch kommt es der Lamina medullaris externa so nahe, dass die Grenze zwischen beiden nicht anzugeben ist. Ventral grenzt es an die Zona incerta und wird durch einen schmalen Fortsatz derselben vom Pes pedunculi getrennt. Die Fasern dieses Feldes liegen in Bündeln zusammen, welche durch Zellen, ganz wie die Gitterschicht, aus einander gedrängt sind: in der That ist es ja ein Theil der Gitterschicht. Während nun diese Bündel im Allgemeinen ihren Verlauf ventral vom hinteren Thalamuskern nehmen, gehen von ihnen

beständig kleinere Bündelchen aus, welche in den hinteren Kern des Thalamus eindringen, und ganz wie die übrigen Radiärfasern verlaufen. Dadurch wird das Markfeld vom hinteren Ende der inneren Kapsel an allmählich immer kleiner, so jedoch, dass in der Gegend des Corpus geniculat. mediale noch ein Rest davon geblieben ist, welcher in den vorderen Zweihügel übergeht und bei diesem seine Beschreibung finden wird.

Der eigentliche Ursprung der Radiärfasern liegt nach den Experimenten von v. Gudden[1] in der gleichseitigen Großhirnrinde: in dem Maße als diese exstirpirt wird, atrophiren die Radiärfasern und mit ihnen die Nervenzellen und sekundären Bahnen des Sehhügels.

Die Laminae medullares grenzen in unvollständiger Weise die einzelnen Kerne des Sehhügels von einander ab; es wird daher ihre Lage und Zahl durch die Gruppirung und Zahl der Kerne bestimmt und nachdem ich diese genügend beschrieben habe, glaube ich von einer weiteren Erörterung jener im Allgemeinen absehen zu dürfen. Ich muss hinzufügen, dass in den Figuren 14—19 die Laminae medullares so gehalten sind, wie sie bei der Betrachtung durchsichtiger Karminpräparate unter schwacher Vergrößerung erscheinen; gerade diejenigen Karminpräparate, welche die Markblätter bei geringer Vergrößerung gut ausgeprägt zeigen, gestatten kaum eine Differenzirung mit stärkeren Linsen, während hinwiederum in Karminpräparaten mit sehr distinkter Färbung der Achsencylinder die Markblätter gegenüber den zahlreichen, allenthalben die graue Substanz durchziehenden Fasern viel zu wenig abgegrenzt erscheinen, als dass man sie systematisch verfolgen könnte. Eine Ausnahme macht davon nur die Lamina medullaris externa, welche schon Forel[2] ganz richtig als die ansehnlichste derselben beschrieben hat. Zwischen der Gitterschicht und dem lateralen Kern gelegen, erreicht sie schon in den vorderen Ebenen des Thalamus eine bedeutendere Breite als alle anderen Markblätter und nimmt nach hinten theils durch den beständigen Zufluss von Fasern aus den anliegenden Kernen, theils durch successive Aufnahme der übrigen Markblätter allmählich zu. Die Frage ist nun, woher die Fasern der Laminae medullares stammen. Es ist nichts weniger als leicht hierauf eine Antwort zu geben. Indem ich dies gleichwohl unternehme, will ich zunächst beschreiben, was bei geeigneter Präparationsmethode, wie

[1] a. a. O. VI. pag. 440.
[2] a. a. O. I. pag. 12 und II. pag. 482.

ich glaube, leicht zu konstatiren ist und dann diejenige Deutung zu geben versuchen, welche die natürlichste zu sein scheint.

Innerhalb der Kerne sind die Fasern so fein, sowohl in Bezug auf ihre Achsencylinder als ihre Markscheiden, verlaufen zudem so vereinzelt, nirgends in Bündeln, dass hier die besten Karminpräparate das thatsächliche Verhältnis höchstens vermuthen lassen. Bei sehr guter Karminfärbung lässt sich an Frontalschnitten zunächst konstatiren, dass die Laminae medullares vorzugsweise aus quer durchschnittenen feinsten Fasern bestehen, was also einen innerhalb der Markblätter vorherrschend sagittalen Faserverlauf anzeigen würde. Ferner sieht man, wie in der Nähe der Markblätter die Zellen mit ihrem Längsdurchmesser eine besondere Richtung annehmen, welche die Richtung der Radiärfasern kreuzt. An ganz frischen Osmiumpräparaten, welche hier viel mehr leisten, als Karminpräparate, habe ich mich überzeugt, dass innerhalb der Kerne, zwischen den Schräg- und Längsschnitten der Radiärfasern allenthalben schmale, markhaltige Fasern entstehen, die einzeln, ohne Bündel zu formiren, ventral- und medialwärts zur nächsten Marklamelle ziehen, um zwischen den Querfasern derselben zu enden. Ihre getrennte Verlaufsweise wie ihre Richtung sind beides Kriterien, welche eine Verwechselung mit Radiärfasern nicht aufkommen lassen: die letzteren ziehen horizontal oder medial-dorsalwärts, die ersteren umgekehrt medial-ventralwärts. Außerdem haben die Radiärfasern ein stärkeres Kaliber. Am deutlichsten ist das System dieser zerstreuten Fasern so wie die Einverleibung derselben in die Lamina medull. externa im hinteren Kern zu sehen. In den Figuren 22 und 23 habe ich den Verlauf derselben durch eine zarte Strichelung innerhalb der hinteren Thalamuskerne wiedergegeben gesucht.

Die Marklamellen in toto verlaufen vorzugsweise in sagittaler Richtung, zugleich aber etwas ventral- und medialwärts, so dass die Lamina medullaris externa, während sie in der vorderen Partie mehr seitlich von der Hauptmasse des Sehhügels einen nach außen konvexen Bogen bildet, in den hintersten Ebenen, nachdem sie die übrigen Marklamellen in sich aufgenommen hat, mit ihrer Hauptmasse ventral von derselben zu liegen kommt. Während sie so bedeckt vom hinteren Thalamuskern nach hinten zieht, strömen ihr ganz besonders viele Fasern aus diesem Kern und aus der Zona incerta[1] zu und die Marklamelle, welche in den vorderen Thalamus-

[1] Vgl. pag. 683.

ebenen immerhin recht schmal war, vergrößert sich gerade hier zusehends. Sie bildet nun ein ansehnliches Markfeld, dessen Haupttheil schon makroskopisch recht gut sichtbar ist und den Querschnitt in horizontaler Richtung fast seiner ganzen Breite nach durchzieht (Fig. 20). Ihre weitere Erörterung soll die Lamina medullaris externa bei der Regio subthalamica[1] finden, deren dorsale Schicht sie darstellt.

Wenn ich dem Gesagten noch hinzufüge, dass ich an Goldpräparaten vom Kaninchen die ganze graue Substanz des Sehhügels von einem bei schwacher Vergrößerung sichtbaren Netz markhaltiger Nervenfasern erfüllt sehe, welches mit rundlichen Maschen die Zellen umspinnt, so habe ich alle anatomischen Befunde angegeben, welche für den Ursprung der Laminae medullares verwerthbar zu sein scheinen. Ich möchte annehmen, dass wie die Radiärfasern nachgewiesenermaßen in der Großhirnrinde entspringen und in den Thalamuszellen enden, so aus diesen wieder ein Fasersystem hervorgeht, welches die Markblätter formirt und im Großen und Ganzen nach abwärts gelegenen Gebieten zieht. Man wird annehmen müssen, dass zwischen beide Fasersysteme jenes beim Kaninchen sehr deutliche Netzwerk eingeschoben ist, aber welche Stellung dasselbe zu den Zellen einnimmt, ob es auf der Seite der Radiärfasern oder der Markblätter oder beider liegt, darüber lässt sich ohne Zuhilfenahme bloßer Vermuthungen nichts sagen.

Außer jenem Stratum zonale, welches ich makroskopisch als ein umschriebenes Marklager an der Spitze des Sehhügels beschrieben habe, giebt es eine ganz feine Lage markhaltiger Nervenfasern, welche die ganze freie Oberfläche des Sehhügels überzieht, so fein, dass sie nur mikroskopisch und auch so nur mit Hilfe von Osmiumsäure zur Anschauung gebracht werden kann. Ich vermuthe, dass dieser mikroskopische Theil, welcher bei den höheren Säugern, insbesondere beim Menschen eine ganz bedeutende Entwicklung erlangt, denselben Ursprung hat, wie der makroskopische. Die Fasern zeigen einen hauptsächlich medialwärts und dabei etwas nach hinten gerichteten Verlauf, bleiben, so viel ich sehe, ganz an der Oberfläche oder in den alleroberflächlichsten Lagen und stoßen ihrer Verlaufsrichtung gemäß theils auf die Taenia thalami optici, welcher sie sich anschließen, theils auf die hinterste Partie des Tractus opticus, mit welcher sie höchst wahrscheinlich in den vorderen Zweihügel übertreten.

Das makroskopische Stratum zonale kann man, wenigstens so

[1] Vgl. pag. 683.

weit es mit dem Sehhügel in Verbindung tritt, auffassen als eine den Radiärfasern vollständig analoge Bildung. Es stammt wie diese zum großen Theil aus der innern Kapsel (Fig. 14, 15), stellt also höchst wahrscheinlich eine Verbindung der Großhirnrinde mit dem Sehhügel dar, wie sie als Charakter der Radiärfasern nachgewiesen ist —, zum anderen Theil kommt es aus der Säule des Gewölbes, die ja ebenfalls nichts Anderes ist, als eine Verknüpfung einer Großhirnrindenpartie mit dem Stammhirn. Die Herkunft des erstgenannten Theiles der Zonalfasern — aus der inneren Kapsel — ist an Frontalschnitten leicht zu konstatiren und namentlich Osmiumpräparate geben hiervon ganz besonders schöne Bilder; dahingegen lehren Schnitte über die andere Ursprungsform des Stratum zonale thal. nichts weiter als einen Zusammenhang der Fornixsäule mit diesem Marklager, wie er in der That schon von Meckel, Arnold, Jung und Luys beschrieben worden ist; darüber, ob die Zonalfasern vom Sehhügel aus sich unter Vermittlung der Fornixsäule gegen das Ammonshorn oder gegen das Corpus mammillare zu begeben, kommt man an Schnittpräparaten nicht ins Klare, ja Sagittalschnitte vom Maulwurf wie vom Kaninchen und der Maus machen gerade diejenige Verlaufsweise am wahrscheinlichsten, welche sich als unrichtig erwiesen hat. Indessen ist die Frage auf dem einzig möglichen Wege, nämlich durch das Experiment, gelöst. Indem ich bei einem neugeborenen Kaninchen Behufs Durchreißung des Tractus opticus mit einer Pincette ins Foramen opticum einging, drang ich mit den Spitzen derselben ins Tuber cinereum, wobei es gelang, den hier verlaufenden Theil der Fornixsäule zu durchtrennen. Die letztere atrophirte nun mit Ausschluss eines Bündels, welches vom Ammonshorn kommend gerade hinter der Commissura anterior ein Knie bildet, und sich nach hinten zum Stratum zonale thalami opt. begiebt[1]. Da, wie wir oben (pag. 661) gesehen haben, jede Fornixsäule Fasern aus beiden Ammonshörnern, also gekreuzte und ungekreuzte führt, so entsteht hier die Frage, ob das Stratum zonale thalami opt. beiderlei Fasern aus der Fornixsäule bezieht. Dass ungekreuzte Fasern in dasselbe eintreten, ist evident erwiesen; sie zeichnen sich beim Kaninchen durch dünne Markscheiden, starke Karminfärbung und besonderen Verlauf aus und sind ziemlich zahlreich; ihre Abstammung aus dem gleichseitigen Ammonshorn geht daraus hervor, dass sie nach Exstirpation desselben komplet atrophiren, auf der ent-

[1] Das Nähere s. bei v. Gudden a. a. O. VI. pag. 445 ff.

gegengesetzten Seite aber erhalten bleiben; sie bilden »das seitliche ungekreuzte Bündel der Fornixsäule« von Gudden's. Allem Anschein nach geht aber auch »das obere gekreuzte Bündel der Fornixsäule (pag. 661) ins Stratum zonale über, wenigstens kann ich mit Bestimmtheit sagen, dass dasselbe in jenen Präparaten, in welchen es durch Fortnahme eines Ammonshornes isolirt dargestellt wurde, nicht ins Tuber cinereum hinabsteigt.

Es wäre also hiernach das Stratum zonale thalami optici zusammengesetzt:

1) aus Fasern, welche aus der inneren Kapsel (Hemisphäre) kommen,
2) aus Fasern des gleichseitigen Ammonshornes (seitliches ungekreuztes Bündel der Fornixsäule) und
3) aus Fasern des entgegengesetzten Ammonshornes (oberes gekreuztes Bündel der Fornixsäule).

Die beiden letzten Faserkategorien bilden beim Maulwurf, wenn ich nach meinen Frontalschnitten urtheile (Fig. 11, 12, 13), die oberflächliche, beim Kaninchen dagegen die tiefere Lage des Stratum zonale; sie mögen sich übrigens mit den anderen alsbald völlig vermischen.

Nur ein Theil vom Stratum zonale geht eine Verbindung mit dem Sehhügel ein, doch lässt sich nicht sagen, auf welche Kerne sich dieselbe erstreckt: am sichersten ist noch die Beziehung zum vorderen Kern; es wird nämlich die tiefere Lage des Stratum zonale von grauer Substanz, welche höchst wahrscheinlich zum vorderen Kern gehört, in einzelne Bündel aus einander gedrängt, die sich in jener auflösen.

Beim Kaninchen und bei der Maus scheint sich auf einer kurzen Strecke das Stratum zonale in zwei Blätter zu spalten, welche den vorderen Kern zwischen sich fassen; in Wirklichkeit ist dies nicht der Fall: der Anblick entsteht in Frontalschnitten dadurch, dass das Vicq d'Azyr'sche Bündel[1] vorn mit dem Stratum zonale zusammenfließt, sich dann ganz allmählich davon trennt, indem es ventral- und lateralwärts zieht. Beim Maulwurf ist es gleichfalls nicht möglich, das feine Markblatt ventral vom vorderen Kern vom Stratum zonale abzuleiten; doch lässt sich auch andererseits das Vicq d'Azyr'sche Bündel bei diesem Thier nicht bis zur Gürtelschicht verfolgen.

[1] Fornix descendens autor., Fornix ascendens Meynert.

Der übrige Theil des Stratum zonale, welcher in die dorsalste Partie des centralen Höhlengrau eingebettet, als Taenia thalami opt. nach hinten verläuft, muss gesondert besprochen werden.

Als Fasermassen, welche zum Theil dem Sehhügel angehören, sind noch das Vicq d'Azyr'sche Bündel und der Tractus opticus zu erwähnen; jenes wird beim Corpus mammillare[1], dieser im Zusammenhang mit dem ganzen centralen Sehapparat[2] seine Beschreibung finden.

Beim Maulwurf und bei der Maus finde ich mit Hilfe von Osmiumsäure im ganzen Bereich des hinteren Talamuskernes markhaltige aber sehr feine Nervenfasern, welche quer über die Mittellinie durch das centrale Höhlengrau ziehen und sich in dem entsprechenden Kern der andern Seite zerstreuen. Ganz dieselben Fasern existiren auch beim Kaninchen an der homologen Stelle, wie ich mich an Goldpräparaten überzeugt habe: sie scheinen eine Kommissur der hinteren Kerne zu bilden.

In der Fig. 22 sind sie dargestellt.

B. Taenia thalami opt., Ganglion habenulae und Conarium, Meynert'sches Bündel, Ganglion interpedunculare und Haubenbahn desselben.

Die Taenia thalami opt. (Fig. 16, 17, 18, 19 und 22) geht aus dem Stratum zonale hervor als derjenige Theil desselben, welcher nicht in den Thalamus eindringt; doch vermag ich nicht zu sagen, ob von all den verschiedenen Fasern, welche ich oben (pag. 676) als Bestandtheile des Stratum zonale aufgeführt habe, Elemente in die Taenia gelangen. An Schnittpräparaten vom Kaninchen scheint Einiges dagegen zu sprechen, namentlich der Verlauf des seitlichen ungekreuzten Bündels der Fornixsäule.

Die Taenia thalami opt. ist beim Maulwurf dergestalt in den dorsalsten Theil des centralen Höhlengrau eingebettet, dass sie das Niveau desselben kaum überragt, sie wird dabei durch die Zellen desselben in einzelne Bündel aus einander gedrängt. Etwa in der Mitte der Sehhügellänge beginnt medial von derselben eine Zellenmasse aufzutreten, die Anfangs von den Elementen des centralen Grau wenig unterschieden ist, bald aber sehr an Menge zunimmt und durch ihr charakteristisches Aussehen sich deutlich abhebt, das Ganglion habenulae. Es besteht aus dichtgedrängten, blasenförmigen Zellen, deren Kerne 5—9 μ im Durchmesser haben und kleinen

[1] Vgl. pag. 695. [2] Vgl. pag. 703.

sternförmigen, wie es scheint, bindegewebigen Zellen. Was die ersteren betrifft, so sieht man in Osmiumpräparaten von der Blasenform gar nichts: die Kerne liegen ganz dicht neben einander, zeigen aber, wo sie durch Zerdrücken oder Zerzupfen eines Schnittes isolirt wurden, vielfach Anhänge von zartem, formlosen Protoplasma; das Ganglion habenulae scheint mir besonders geeignet, um zu beweisen, dass die Blasenform der Zellen ihre Entstehung der Präparation verdankt.

Das Kapillarnetz des Ganglion ist dem Zellenreichthum entsprechend sehr dicht. Beide Ganglien berühren einander in der Mittellinie, ohne aber in nähere Verbindung zu treten und setzen sich nach hinten kontinuirlich in die Zirbel fort, die mit jenen ganz gleichen Bau hat. Ich scheide also das Ganglion habenulae von den Zellen, welche zwischen den Bündeln der Taenia thalami opt. liegen und betone, dass die letztere nicht innerhalb des Ganglion habenulae, sondern lateral von demselben verläuft. Die Nothwendigkeit dieser Trennung ergiebt sich aus der Verschiedenheit der zelligen Elemente.

Alle die Theile, welche ich in der Überschrift dieses Abschnittes angeführt habe, sind Glieder eines Systemes von Fasern und grauer Substanz, von welchem bis jetzt nur sehr wenig bekannt ist. Osmiumpräparate vom Maulwurf und von der Maus, so wie Goldpräparate vom Kaninchen und Igel haben übereinstimmend mich Folgendes erkennen lassen:

Während ihres Verlaufes nach hinten (Fig. 22) bekommt die Taenia thalam. opt. beständig Zufluss von jenen Fasern, welche als mikroskopisch dünner Marküberzug den ganzen Sehhügel bedecken; viel massiger als diese sind Verstärkungen aus der inneren Kapsel. In Bündeln durchbrechen dieselben ganz nach Art der Radiärfasern den lateralen und medialen wie auch den hinteren Kern des Sehhügels und gesellen sich zu den Querschnitten der Taenia th. opt., welche in Folge dessen nach hinten sichtlich an Mächtigkeit zunehmen. Wenn man diese Fasern kennt, so findet man sie auch in Karminpräparaten, wobei viel auf die günstige Schnittrichtung ankommt. Sie verlaufen nämlich in einer etwas nach hinten geneigten Frontalebene. An Osmium- oder Goldpräparaten, welche gerade in dieser Ebene geschnitten sind, sieht man die Bündel in ihrem ganzen Verlauf von den Querschnitten der inneren Kapsel bis zur Taenia thalam. opt.

Dies wäre ein Faserzuzug, welcher der Taenia th. opt. aus der inneren Kapsel derselben Seite zukäme. Ich habe nun zunächst bei

der Maus, später auch beim Maulwurf, durch Behandlung mit Osmiumsäure einen Zug markhaltiger Fasern gefunden, welcher zweifellos von der Taenia th. opt. einer Seite ausgeht und durch das centrale Grau über die Mittellinie streicht, wobei sich die einzelnen Fasern mit den gleichen der anderen Seite durchkreuzen. Diese Fasern finden sich nur zwischen den vorderen Partien der beiden Taeniae th. opt. — nach hinten bis zum Beginn des Ganglion habenulae. Sie helfen die feine, makroskopisch eben wahrnehmbare Marklamelle bilden, welche den dorsalsten, mehrfach erwähnten Theil des centralen Höhlengrau vom Sehhügel, resp. dem vorderen Kern desselben scheidet. An Karminpräparaten ist es mir nie gelungen, dieselbe zu analysiren. Ich bin nicht geneigt, diese Fasern für Kommissuren zu halten; es scheint mir vielmehr wahrscheinlich, dass sie Kreuzungen zwischen der Taenia thal. opt. einer und der Capsula interna der andern Seite sind und zwar hauptsächlich desshalb, weil ich an manchen Präparaten einen direkten Übergang dieser Fasern in jene schräg durchschnittenen Bündel gesehen zu haben glaube, welche in ihrer Mehrzahl als Radiärfasern des Sehhügels aufzufassen sind, also aus der inneren Kapsel stammen.

Beim Ganglion habenulae habe ich zunächst einer beträchtlichen Menge von Fasern zu erwähnen, welche ihm in seiner ganzen Länge zufließen und zwar aus dem centralen Höhlengrau. Dieselben verlaufen ganz gerade, der Mittellinie parallel in ventral-dorsaler Richtung und senken sich in das Ganglion an seiner ventralen Peripherie ein. Ich habe diese Fasern bisher nur an Goldpräparaten vom Kaninchen gesehen und zwar sehr deutlich, glaube aber auch an ihre Existenz beim Maulwurf wegen der exquisiten Richtung der Zellen des Höhlengrau im Sinne eines solchen Faserverlaufes.

Es bleibt jetzt noch die Beziehung des Ganglion habenulae zur Taenia th. opt. zu erörtern. Während Karminpräparate hierüber gar nichts lehren, zeigen Schnitte, die mit Osmium (Fig. 22) oder Goldchlorid gefärbt sind, einen sehr schönen Befund. Zwischen den Zellen entstehen in ziemlich regelmäßigen Abständen, wodurch das Ganglion wie in Distrikte zerlegt wird — einzelne Nervenfasern, welche sich konvergirend lateral- und dorsalwärts begeben, zu Bündeln zusammentreten und in einzelnen Stämmchen das Ganglion verlassen um sich der Taenia thal. opt. zuzugesellen und deren Querschnitte zu vergrößern. Im einzelnen Schnitt sieht man dieser Fasern im Verhältnis zur großen Masse der Zellen des Ganglion sehr wenige und dies erklärt es, warum sie in Karminpräparaten

durch die starke Tinktion der letzteren verdeckt werden. Maulwurf, Igel, Kaninchen und Maus zeigen ganz das gleiche Verhältnis.

Die Zirbel (Conarium) (Fig. 20 und 23) ist nach der Gestalt und Gruppirung ihrer Zellen ein unpaarer Theil des Ganglion habenulae; ihre Fasern sammeln sich in den beiden Zirbelstielen und diese gesellen sich beiden Taeniae thal. opt. zu. Die Besonderheit der Zirbel besteht darin, dass allem Anscheine nach die Fasern, welche in einer Hälfte derselben entstehen, nur zum Theil der gleichseitigen, zum anderen Theil der entgegengesetzten Taenia thal. optic. zuströmen. Die letzteren kreuzen sich also mit denen der anderen Hälfte, wodurch makroskopisch der Schein einer Kommissur der Zirbelstiele entsteht. Dass es sich um eine wirkliche Kreuzung handelt schließe ich hauptsächlich daraus, dass es an Osmiumpräparaten der Maus und des Maulwurfs gelingt, eine ganze Anzahl von Fasern in ihrer Kontinuität über die maßgebende Strecke zu verfolgen. In den hintersten Ebenen dieser Kreuzung (Fig. 23) bekommt man im Frontalschnitt Bilder, welche leicht zu Täuschungen Anlass geben, indem es den Anschein gewinnt, als ob die ventralsten Bündel der Pedunculi conarii Fasern in die Commissura posterior hineinschickten, die hier gerade beginnt und hart zwischen dem Aquaeductus Sylvii und jenen Bündeln durchsetzt. Stärkere Vergrößerungen bestätigen dies nicht.

Die Taenia thal. opt. ist nach meiner Beschreibung der Sammelpunkt einer Menge von Fasern verschiedener Herkunft. Ob ein Theil derselben, z. B. die aus dem Stratum zonale stammenden, während ihres Verlaufes eine Unterbrechung durch Zellen erleiden, muss ich unerörtert lassen. Von den Fasern, welche aus dem centralen Grau dem Ganglion habenulae zuströmen, möchte ich es für wahrscheinlich halten, dass sie im Ganglion vorläufig enden und in reducirter Menge wieder entstehen, um zur Taenia thal. opt. überzutreten. Jedenfalls kann man sagen: die Taenia thal. opt. führt zweierlei Fasern, solche, welche das Ganglion habenulae passirt haben und solche, die anders woher kommen. Beide Fasermassen ergießen sich gleicherweise in das Meynert'sche Bündel (Fig. 22—26 incl., ferner Fig. 31). Den Verlauf dieses bei Insectivoren und Nagern mächtigen Faserstranges sieht man in toto sehr schön an Sagittalschnitten. Dasselbe geht etwas vor dem hinteren Ende der Taenia thal. opt. ab, so dass die hintersten Fasern der letzteren und namentlich die aus der Zirbel eine kurze Strecke nach vorn und ventralwärts verlaufen müssen, wodurch das Meynert'sche Bündel in seinem

Anfang wie in zwei Schenkel gespalten erscheint. Es darf nicht unerwähnt bleiben, dass Fasern des vorderen Schenkels sich in continuo weit nach vorn in die Taenia thal. opt. verfolgen lassen, was für die Frage der Unterbrechung durch Zellen von Belang ist. Auch in Frontalschnitten setzt sich der Anfang des MEYNERT'schen Bündels aus zwei Schenkeln zusammen, welche wie eine Gabel Taenia thal. opt. und Ganglion haben. zwischen sich fassen. Der mediale Schenkel bekommt Fasern direkt aus dem Ganglion haben., während der laterale, viel stärkere, ausschließlich der Taenia thal. opt. entstammt. Die beiden Schenkel sind übrigens nirgends ganz getrennt, aber ihre Fasern verlaufen so zerstreut, dass man sie nach ihrer Herkunft gut unterscheiden kann (Fig. 22). Nach kurzem Verlauf wird das ganze Bündel kompakter und zieht gestreckt ventralwärts und etwas nach hinten, tritt ein wenig vor dem Ganglion interpedunculare ganz an die freie Basis des Gehirns und senkt sich nach kurzem horizontalen Verlauf in jenes Ganglion ein. Auf diesem Weg befindet es sich immer nahe der Grenze des centralen Höhlengrau und meist zwischen den Längsbündeln der Haube. Sein ventralster Theil wird vielfach quer und schräg von Fasern durchsetzt, welche zum größten Theil einer dorsal vom Corpus mammillare gelegenen »Kreuzung der Regio subthalamica« (s. u. pag. 688) entstammen.

Das Ganglion interpedunculare hat beim Maulwurf im Querschnitt (Fig. 26) eine eiförmige, im Horizontalschnitt eine fast dreieckige Form mit nach vorn gekehrter Basis (Fig. 31); an den beiden vorderen Ecken sitzen die MEYNERT'schen Bündel auf.

In seinen zelligen Bestandtheilen scheint das Ganglion interpedunculare auf den ersten Blick ganz mit dem Ganglion habenulae übereinzustimmen; hier wie dort sieht man in Karminpräparaten zahlreiche Blasenzellen mit Kernen von 5—9 μ Durchmesser; in Osmiumpräparaten vom Ganglion interped. liegen diese Kerne von zartem Protoplasmakörper umgeben in Hohlräumen, welche von ihnen nicht ganz erfüllt werden, aber lange nicht so groß erscheinen, wie die Blasen in Karminpräparaten: als schmale Spalte laufen sie rings um die Zellen herum. Außer diesen Elementen enthält das Ganglion interpedunculare noch eine zweite Zellform, welche durch das ganze Organ ziemlich gleichmäßig vertheilt ist, aber in der an blasenförmigen Zellen etwas ärmeren ventralen Partie derselben deutlicher hervortritt. Diese Zellen sind sternförmig und viel größer als die zuerst beschriebenen: ich habe solche gemessen, deren Durchmesser

nach verschiedenen Richtungen 14 und 24 μ betrug: was sie vor jenen erstgenannten Zellen besonders auszeichnet ist ihr Protoplasmareichthum im Verhältnis zum Kern. Der Eintritt der Meynert'schen Bündel in das Ganglion findet in der Art statt, dass während sie am lateralen Rande desselben nach hinten verlaufen, sie successive Bündelchen in dasselbe hineinsenden, welche nach hinten und medialwärts ziehen und indem sie sich mit entsprechenden Bündelchen der anderen Seite kreuzen, innerhalb des Ganglion zierliche Achtertouren bilden, welche im Frontal- wie im Horizontalschnitt recht deutlich zu sehen sind. Sowohl die gekreuzte Verlaufsweise wie die interessante Thatsache, dass die Fasern beim Eintritt in das Ganglion ihre Markscheiden verlieren, ist zuerst von v. Gudden[1] am Kaninchen nachgewiesen worden. Ich kann dasselbe für den Maulwurf und für die Maus bestätigen.

Die Meynert'schen Bündel unterscheiden sich innerhalb des Ganglion durch den Mangel der Markscheiden, wie durch die Richtung und (bündelweise) Art ihres Verlaufes aufs deutlichste von einem Fasersystem, welches ich in der Überschrift als »Haubenbahn des Ganglion interpedunculare« bezeichnet habe. Die Fasern dieses bis jetzt nicht bekannten und nicht beschriebenen Systemes entstehen im ganzen Ganglion zerstreut, so jedoch, dass sie die Mittellinie ziemlich frei lassen: die Haubenbahn ist also paarig; nirgend wo vereinigen sich die Fasern auch nur zu dünnen Bündelchen: wie sie entstehen, so machen sie auch ihren weiteren Verlauf: ganz isolirt von einander. Ihre Hauptrichtung ist die ventral-dorsale, doch geht dieser Zug nicht in reiner Querebene sondern allem Anschein nach in einer nach hinten geneigten Frontalebene vor sich: so kommt es, dass die Menge der Fasern nach hinten zunimmt und dass sie im Frontalschnitt schräg getroffen erscheinen. Beim Verlassen des Ganglion stoßen sie auf die ventrale Haubenkreuzung[2], dringen in dieselbe ein und verschwinden zwischen den Fasern derselben. Sie haben bei ziemlich feinem Kaliber deutliche Markscheiden und sind dadurch in gut gelungenen, frischen Osmiumpräparaten unschwer zu sehen: in Karminpräparaten dagegen verschwinden sie in Folge ihres zerstreuten Verlaufes zwischen den zahlreichen Zellen. Die Haubenbahn des Ganglion interpedunculare habe ich bis jetzt beim Maulwurf und bei der Feldmaus nachgewiesen. In der Fig. 26 ist sie durch kurze tiefschwarze Striche angedeutet,

[1] a. a. O. V. [2] Forel a. a. O. II. pag. 444.

welche zum Verlauf der blassen gekreuzten Meynert'schen Bündel senkrecht ziehen.

C. Regio subthalamica. Die Gegend, welche dorsal unmittelbar vom Sehhügel bedeckt wird, heißt nach der Bezeichnung von Forel[1]: Regio subthalamica.

Sie bildet die Fortsetzung der Haubengegend nach vorn, von welcher sie früher nicht unterschieden wurde. Als hintere Grenze nimmt Forel ganz zweckmäßig das Meynert'sche Bündel: von dieser Stelle an nach vorn liegt sie zuerst (Fig. 25 auf dem Pes pedunculi und dem Pedunculus corporis mammillaris[2], dann auf dem Pes pedunculi und Corpus mammillare (Fig. 24); über dieses hinaus durch das ganze Tuber cinereum bis in die Lamina cinerea anter. (Fig. 10—19 incl.) reicht sie theils bis an die freie Oberfläche der Gehirnbasis, theils liegt sie auf dem Pes pedunculi und der inneren Kapsel auf: medial grenzt sie an das centrale Höhlengrau, lateral und dorsal theils an die Gitterschicht des Sehhügels, von welcher sie nicht scharf geschieden ist, theils erstreckt sie sich mit einem schmalen Fortsatz zwischen Gitterschicht und Pes pedunculi bis an die Oberfläche des Stammhirns (Fig. 24 und 25).

Die Beschreibung gerade dieser Gegend scheint mir an Übersichtlichkeit zu gewinnen, wenn ich von hinten nach vorn vorschreite.

Das hintere Ende der Regio subthalamica (Fig. 25) liegt unmittelbar vor der ventralen Haubenkreuzung[3] und dem rothen Kern der Haube. Aber von einer Gruppirung der Fasern, dergestalt, dass man bestimmte Massen auf den rothen Kern oder auf das hintere Längsbündel oder Bindearm des Kleinhirns zurückführen könnte, ist nicht die Rede: Die Fasern liegen ziemlich gleichmäßig über das ganze Feld vertheilt in Bündelchen beisammen. Man kann in der Regio subthalamica zwei Schichten unterscheiden: eine dorsale, die vorzugsweise aus Fasern von sagittalem Verlauf besteht, rein markig ist und je weiter nach vorn, desto kompakter wird und eine ventrale, welche ziemlich viel graue Substanz in diffuser Anordnung enthält und deren Fasern sehr verschiedene Richtungen verfolgen. Die erste ist das dorsale Mark der Regio subthalamica, die zweite die Zona incerta, beides Namen, welche von Forel eingeführt worden

---

[1] Forel a. a. O. II. pag. 468.

[2] Vgl. pag. 696.

[3] Vgl. Forel a. a. O. II. pag. 444.

sind. Diese Schichtung ist in den hintersten Ebenen der Regio subthalamica kaum erkennbar; sie wird aber nach vorn immer deutlicher, indem die aufgeführten Charaktere der Schichten mehr und mehr hervortreten. In den hintersten Ebenen (Fig. 25) stellt die ganze Regio subthalamica ein fast gleichmäßig von Querschnitten (sagittaler Bündel) übersäetes Feld dar, zwischen welchen sich wenige andere Fasern durchschlängeln; wenige Schnitte nach vorn (Fig. 24) scheint die ganze ventrale Partie — die Zona incerta — in eine andere Richtung einzutreten: statt der Faserquerschnitte sieht man meist schräg getroffene Bündel, deren gemeinsamer Zug nach außen und dorsal geht. Bei genauerem Zusehen findet man freilich noch genug Querschnitte, aber die schrägen Fasern geben der Gegend ihr Ansehen und behaupten je weiter nach vorn desto ausschließlicher das Feld. Ein Theil der Fasern biegt nämlich aus dem sagittalen Verlauf rasch um und tritt in den Pes pedunculi über, der andere Theil schlägt erst allmählich die schräge Richtung ein. Die schrägen Fasern muss man nach ihrem weiteren Verlauf in zwei Gruppen scheiden. Die einen verharren in ihrer dorsalen Richtung und treten in das dorsale Mark über, wodurch dieses nach vorn immer kompakter wird, die andern haben mehr eine transversale als schräge Richtung und stoßen lateralwärts ziehend auf den Pes pedunculi, welchem sie sich beigesellen. Von einer Anzahl derselben ist es nicht zu entscheiden, welcher von beiden Gruppen sie angehören; sie kommen aus jenem Theil der Zona incerta, welcher als schmaler Fortsatz zwischen Pes pedunculi und Gitterschicht eintritt und begeben sich zwischen die Bündel der letzteren (Fig. 24, 23, 22). Da aber diese vom dorsalen Mark nicht deutlich getrennt ist, so ist eine Entscheidung darüber, wo sie schließlich hin gelangen, nicht möglich.

Die Zona incerta behält ihr soeben beschriebenes Ansehen bis in die vorderen Ebenen des Corpus mammillare (Fig. 23 links). Hier tritt in der Regio subthalamica, deren ventralste Schicht bildend, ein ganz neues Gebilde auf, der Luys'sche Körper[1]. Dadurch wird die Zona incerta vom Pes pedunculi abgedrängt, und ihre Fasern müssen, um zu demselben zu gelangen, über den Luys'schen Körper wegstreichen. Gleichzeitig mit dem Auftreten des letzteren sieht man in kleinen Bündelchen Fasern aus dem dorsalen Mark in die Zona incerta übertreten, wobei sie die allgemeine Faserrichtung

[1] Vgl. pag. 687.

der letzteren kreuzen. Diese Bündelchen ziehen lateral- und ventralwärts und gelangen, so viel ich sehe, zur dorsalen Kapsel des Luys-schen Körpers (s. u.), vielleicht in den letzteren; ob auch Fasern der Zona incerta in den Luys'schen Körper eintreten, vermag ich nicht zu sagen, doch scheint es so zu sein.

Nach dem Aufhören des letzteren (Fig. 18) beginnt sogleich die innere Kapsel; der Rest des dorsalen Markes setzt sich in die Lamina medullaris externa des Sehhügels fort und nur die Zona incerta lässt sich als solche noch über das ganze Tuber cinereum hinaus nach vorn verfolgen. Sie bildet hier ein beiläufig dreieckiges Feld, welches medial an das centrale Höhlengrau resp. den Querschnitt der Fornixsäule, dorsal an die Gitterschicht und Lamina medullaris externa und lateral an die innere Kapsel grenzt. Ihre Fasern werden durch die graue Substanz in Bündelchen zersprengt, welche so klein sind, dass man beim Maulwurf, der Maus und ähnlichen kleinen Thieren sich der prägnanten Färbung, welche Osmiumsäure und Goldchlorid liefern, bedienen muss, um die Grenze der Zona incerta gegen das centrale Höhlengrau zu sehen und eine Vorstellung von der Menge der hier noch verlaufenden Fasern zu bekommen; sie ziehen alle in sagittaler Richtung nach vorn, wobei immer die lateralsten zwischen die Querschnitte der inneren Kapsel treten. Besonders in den vordersten Ebenen des Thalamus opt. schlagen viele Fasern der Zona incerta diesen Weg ein; es ist dies jene Gegend, welche bei höheren Säugern vermöge einer besonderen Struktur die Namen: Substantia innominata (Burdach, Forel) und Hirnschenkelschlinge (Meynert) bekommen hat. Eine besondere Schichtung der Fasern, wie sie von Meynert[1] und in sehr beschränktem Maße von Forel[2] für die Substantia innom. des Menschen angenommen wird, habe ich beim Maulwurf und bei der Maus nicht gesehen; eine Linsenkernschlinge, die deutlichste Bildung dieser Gegend beim Menschen, finde ich nicht. Das Einzige, was mich an die Beschreibung der menschlichen Substantia innominata bei Meynert erinnert, ist der Umstand, dass in der analogen Gegend bei Maulwurf und Maus aus der ventralsten und zugleich medialsten Partie der innern Kapsel der Haupttheil des Stratum zonale thal. opt. hervorgeht; ein Theil des Stratum zonale bildet ja nach Meynert die ventralste — vierte — Schicht der Substantia innominata.

[1] a. a. O. II. pag. 734.

[2] a. a. O. II. pag. 479.

Die Zona incerta wird während ihres Verlaufes durch das Tuber cinereum (von Fig. 19 an nach vorn) durch den beständigen Übergang von Fasern in die innere Kapsel und in Folge einer gleichzeitigen Dickenzunahme des centralen Höhlengrau konstant kleiner; zugleich wird ihre Grenze gegen die innere Kapsel immer undeutlicher. Ich halte es aber für sicher, dass die Zona incerta sich nach vorn nicht nur durch das ganze Tuber cinereum sondern mit einem Rest bis in die vorderste Gegend der Substantia cinerea anter. erstreckt. Man erkennt dies am besten an Horizontalschnitten, welche in einer ganz ventralen Ebene angelegt sind: da übersieht man das centrale Grau des dritten Ventrikels fast in seiner ganzen Länge und lateral von demselben die Fasern der Zona incerta, welche medial vom Kopf des Streifenhügels nach vorn ziehen. Auf diesem Weg beschreiben sie Bögen mit lateralwärts gerichteter Konvexität. Wenn man erwägt, dass die Substantia ciner. ant. vorn ohne Grenze ins Septum pellucidum übergeht, so muss man die Möglichkeit im Auge behalten, dass der vorderste Rest der aus der Zona incerta stammenden Fasern in diesem Rindengebiet endet: doch möchte ich nicht mehr als diese Möglichkeit angedeutet haben.

Es ist übrigens hier der Ort, zu bemerken, dass die gesammte an der Basis cerebri sichtbare Oberfläche des Tuber cinereum zur Zona incerta gehört. An sehr gut gelungenen Osmiumpräparaten von der Maus finde ich, dass auch die ganz dünne Bodenlamelle des dritten Ventrikels in sagittaler Richtung durchzogen ist von einer Menge markhaltiger Nervenfasern, welche man zur Zona incerta rechnen muss. Es reicht demgemäß das centrale Höhlengrau nirgend wo bis an die freie Oberfläche heran (worauf in den Zeichnungen allerdings nicht Rücksicht genommen wurde).

Innerhalb des Tuber cinereum (Fig. 15 und 16 überschreiten eine Menge von Nervenfasern die Mittellinie und durchziehen die Zona incerta in schräger und querer Richtung. Sie müssten desshalb streng genommen hier besprochen werden: da aber ihre Beschreibung nicht wohl anders als im Zusammenhang mit dem Chiasma der Sehnerven gegeben werden kann, so beschränke ich mich darauf, sie hier nur zu erwähnen. Diese Fasern bilden die sogenannte Meynert'sche Kommissur[1] im centralen Höhlengrau und eine dorsal von derselben gelegene Kreuzung, welche zwar beschrieben aber nicht benannt ist, und die ich als »vordere Kreuzung der

[1] a. a. O. II. pag. 732.

Regio subthalamica. Decussatio subthalamica anterior[1] bezeichne[2].

Über die graue Substanz der Zona incerta vermag ich nur wenig zu sagen: sie ist gleichmäßig vertheilt und besteht größtentheils aus Blasenzellen. Nur an einer Stelle findet sich eine Anhäufung besonders geformter Elemente, das sogenannte Ganglion opticum basale[3]. Es erstreckt sich fast durch das ganze Tuber cinereum bis in die Substantia cinerea anter., liegt ganz oberflächlich und ist nicht so gut umgrenzt, wie z. B. beim Kaninchen. In einer von meinen sehr fein geschnittenen Frontalreihen kann ich es durch 36 Präparate verfolgen. Die Zahl der Zellen ist zwar im einzelnen Schnitte nicht sehr groß, doch hat das Ganglion immerhin eine Entwicklung, welche mit dem verkümmerten Gesichtssinn auffallend kontrastirt. Die Zellen sind rundlich, bipolar, haben einen mittleren Querdurchmesser von 15 μ. runde Kerne und Fortsätze von großer Zartheit: sie scheinen gleich nach dem Abgang von der Zelle so fein zu werden, dass ihre Verfolgung unmöglich ist. Ich bin nicht im Stande gewesen, eine Faserverbindung dieses Ganglion nachzuweisen. Seine Lage ist nur in der Fig. 13 (*g. o. b.*) angegeben.

Vom Luys'schen Körper (Fig. 23. 22, 19, 30 und 31) des Menschen hat Forel[4] eine Beschreibung gegeben, welche vielfach auf den Maulwurf passt. Derselbe erscheint gut begrenzt, sowohl in sagittaler als frontaler Richtung spindelförmig, im Frontalschnitt gemessen hat er einen größten Breitendurchmesser von 2,4 mm und eine größte Dicke von 0,3 mm; sein größter Längendurchmesser beträgt im Horizontalschnitt 1 mm: somit stellt er einen bikonvexen Körper dar mit elliptischer Kontur, dessen größter Durchmesser in transversaler Richtung liegt: die dorsale Fläche ist etwas stärker konvex als die ventrale. Mit der letzteren ruht er auf dem Fuße des Hirnschenkels. Derselbe scheint zuerst ausschließlich aus einer Menge dicht gedrängter, kleiner, pyramiden- und blasenförmiger

---

[1] Im Gegensatze zu der unten pag. 689 beschriebenen hinteren Kreuzung der Regio subthalamica.

[2] Vgl. unten pag. 701.

[3] Meynert a. a. O. II. pag. 732. v. Gudden (a. a. O. III.) hat auf Grund nicht veröffentlichter Experimente ausgesprochen, dass es zur Retina in keiner direkten Beziehung steht. Es bleibt nämlich nach Enucleation beider Augen beim neugebornen Thier ganz intakt.

[4] a. a. O. II. pag. 470.

Zellen zu bestehen, welche sehr viel Farbstoff aufnehmen. Jedenfalls sind die zelligen Elemente viel zahlreicher als beim Menschen. Die ganze Masse wird von einer dünnen, rein markigen Kapsel umgeben, welche vielleicht nur zum Theil aus Eigenfasern des Luys'schen Körpers besteht; jedenfalls passiren durch sie eine Menge ein- und austretender Nervenfasern. Solche kommen einmal aus dem dorsalen Mark durch die Zona incerta hindurch; dann gehen aus der ganzen ventralen Kapsel, so wie aus den beiden Spitzen des spindelförmigen Querschnittes eine Menge von Fasern in den Pes pedunculi über und theilen denselben in viele Felder. Diese Fasern lassen sich bis zwischen die Zellen des Luys'schen Körpers verfolgen. Die Markkapsel enthält noch viele Fasern von anderer Richtung, über welche ich jedoch keine Angaben zu machen im Stande bin. Der Luys'sche Körper ist, wie ich mich an Injektionspräparaten überzeugt habe, sehr reich an Gefäßkapillaren; sie bilden ein außerordentlich dichtes Netz mit länglichen Maschen; die zuführenden Stämmchen durchsetzen meist in ventral-dorsaler Richtung den Pes pedunculi.

Das dorsale Mark der Regio subthalamica hat schon beim Thalamus opticus und bei der Zona incerta mehrfach Erwähnung gefunden. Gleichwohl ist es nothwendig, dasselbe speciell und im Zusammenhang zu besprechen, theils wegen der Komplicirtheit der Gegend; theils um jene Angaben zu vervollständigen.

Verfolgt man dasselbe von vorn nach hinten, so geht es hervor aus den Laminae medullares des Sehhügels, namentlich der Lamina med. externa, wird durch Aufnahme von Fasern aus der Zona incerta sehr kompakt und stark, giebt Fasern ab, welche gegen den Luys'schen Körper verlaufen und löst sich in den hinteren Ebenen der Regio subthalamica in eine Menge von Bündeln auf, welche die Grenze gegen die Zona incerta verwischen. Im Ganzen hält es somit einen sagittalen Verlauf ein; wenn ich aber die Menge der Fasern, welche die Laminae medullares und der hintere Kern des Thalamus einerseits, so wie die Zona incerta andererseits liefern, dazu jene, welche gleich hinten am Anfang das dorsale Mark bilden, taxire, so gelange ich zu der Ansicht, dass alle diese Fasern nur auf eine kurze Strecke dem dorsalen Mark angehören, um nach kurzem sagittalem Verlauf in den Sehhügel oder den Luys'schen Körper überzugehen.

Während das dorsale Mark über das Corpus mammillare hinzieht (Fig. 20 u. 24), reichen seine medialsten Fasern, da hier das cen-

trale Höhlengrau nicht sehr breit ist, bis nahe an die Mittellinie. Ein Theil dieser Sagittalfasern geht in die transversale Richtung über und bildet mit entsprechenden der anderen Seite die »hintere Kreuzung der Regio subthalamica« (Decussatio subthalamica posterior). Diese Kreuzung erstreckt sich bis in die hintersten Ebenen des Corpus mammillare, wobei die Fasern einen nach hinten offenen Bogen beschreiben: ein Theil derselben reicht bis zum MEYNERT'schen Bündel, welches sie quer durchsetzen.

Die hintere Kreuzung der Regio subthalamica ist zuerst gesehen und abgebildet worden von FOREL[1]: die erste Beschreibung hat sie auffallenderweise erst vor Kurzem gefunden durch SCHNOPFHAGEN[2]. Beim Maulwurf und bei der Maus habe ich sie an Osmiumpräparaten sehr schön gesehen, wobei ich die einzelnen Fasern sehr weit verfolgen konnte, beim Kaninchen habe ich sie an Goldpräparaten wiedergefunden und beim Hund ist sie groß genug, um an Karminpräparaten nicht übersehen zu werden. Bei all' diesen Thieren (mit Ausnahme einzelner Kaninchenindividuen) ist sie verbunden mit der später zu beschreibenden Kreuzung der Fornixsäulen: sie liegt dorsal von der letzteren ist aber nirgends ganz davon zu trennen. SCHNOPFHAGEN ist es gelungen, dieselbe in drei Etagen zu zerlegen. Die dorsale Etage stammt nach SCHNOPFHAGEN aus dem hinteren Längsbündel, die mittlere aus dem LUYS'schen Körper, die ventrale aus der Hirnschenkelschlinge. Was ich vorhin als hintere Kreuzung der Regio subthalamica beschrieben habe, entspricht den beiden dorsalen Lagen von SCHNOPFHAGEN, doch war ich nicht im Stande, dieselbe beim Maulwurf nach der Herkunft der Fasern in zwei Abtheilungen zu zerlegen und weiter als bis zu den Querschnitten des dorsalen Markes zu verfolgen. Die ventrale Etage wird nach meiner Überzeugung von SCHNOPFHAGEN unrichtig gedeutet: sie ist, wie ich bereits andeutete, nichts Anderes, als die bislang unbekannte Kreuzung der Fornixsäulen (vgl. unten pag. 694).

Bei der Regio subthalamica müssen noch eine Anzahl von Fasern beschrieben werden, welche ich nur beim Maulwurf und bei der Maus gesehen habe. Da sie meines Wissens bis jetzt nicht bekannt sind, so fasse ich sie zusammen unter dem Namen: basales Längsbündel. Die Fasern desselben gehören, sowohl was Achsencylinder als Markscheide betrifft, zu den stärksten centralen Fasern des Maul-

[1] a. a. O. I. Sep.-Abdr. pag. 22, Abbild. 8.
[2] a. a. O. Sep.-Abdr. pag. 7.

wurfs und müssen dadurch unter den dünnen Fasern dieser Gegend auffallen. Sie bilden nicht ein einziges kompaktes Bündel und in so fern ist der von mir vorgeschlagene Name nicht ganz bezeichnend; er wird aber gerechtfertigt dadurch, dass die Fasern offenbar nach Kaliber und Verlauf zusammen gehören.

Zu 3—4 kleinen Bündelchen vereinigt treten sie zuerst in den vordersten Ebenen des Ganglion interpedunculare auf, da, wo der letzte Rest der Schleifenschicht sich dorsal und lateralwärts als obere Schleife zerstreut. Ihrer Richtung nach möchte man glauben sie stammten aus diesem Theil der Schleifenschicht, allein ich wage es nicht, dies zu behaupten. Sie nähern sich etwas der Basis und ziehen dann (Fig. 25) dorsal vom Pedunculus corporis mammillaris[1], medial von der SOEMMERING'schen Substanz nach vorn, immer unvermischt mit anderen Fasern und durch ihr Kaliber leicht kenntlich. Sie gelangen dann (Fig. 20—16 incl.) zwischen dem Corpus mammillare und Pes pedunculi, weiter vorn zwischen dem letzteren und der Fornixsäule, bis ins Tuber cinereum. In ihrem Verlauf nehmen sie zweifellos an Menge zu, namentlich erhalten sie Zufluss von Fasern aus einer abgegrenzten Zellenmasse, welche in den vorderen Ebenen des Corpus mammillare (Fig. 23 u. 22) lateral vom medialen Ganglion liegt. Im vorderen Theil des Tuber cinereum (Fig. 15) wenden sie sich plötzlich lateralwärts und treten in eine Zellengruppe ein, welche eine genauere Beschreibung erheischt. Ich bemerke dabei wiederholt, dass diese Fasern gar nicht mit solchen der Zona incerta oder des Pes zu verwechseln sind: sie sind viel stärker als diese und gehen bestimmt nicht in die innere Kapsel über. Die Zellengruppe, zu welcher sie hinziehen, liegt in der Querebene des Chiasma nervor. optic., erstreckt sich aber ein gutes Theil vor und hinter dieselbe: nach vorn bis zu den großen Zellen am Kopf des Streifenhügels, nach hinten etwa so weit, wie das sogenannte basale Opticusganglion (Fig. 15—10 incl.); was ihre Breite betrifft, so liegt sie gerade zwischen der lateralen Grenze des Tuber cinereum und jener Ganglienzellengruppe, welche die am weitesten nach hinten reichenden Fasern des Tractus olfactor. aufnimmt (Fig. 14 und 15 *t. ol. K.*). Die Grenzen sind etwas unbestimmt, da die Zellen nicht sehr dicht bei einander liegen. Dieselben stimmen in Größe und Form mit den großen Pyramiden der Hirnrinde überein, liegen aber nicht so geordnet zu einander, wie diese. Ich habe gerade

[1] Vgl. pag. 696.

von dieser Gegend Präparate von außerordentlicher Feinheit und Färbung und glaube mehrfach den Übergang einer Nervenfaser in den Fortsatz einer Zelle gesehen zu haben: doch verkenne ich nicht, wie beschränkt und unzuverlässig die Beweiskraft von Schnittpräparaten in solchen Fragen ist.

D. Corpus mammillare, Columna fornicis, Vicq d'Azyr'sches Bündel. Stiel des Corpus mammillare. Haubenbündel des Corpus mammillare. Die nachfolgende Beschreibung des Corpus mammillare weicht fast in allen Punkten von der hergebrachten Lehre ab. Die Hauptdifferenz besteht darin,

1) dass, was v. Gudden[1] auf Grund von Experimenten schon lange behauptete, die Säule des Gewölbes (Columna fornicis, Fornix descendens Meynert) nicht im Corpus mammillare, wie bisher allgemein angenommen wurde, eine Schleife bildet, und in das Vicq d'Azyr'sche Bündel (Fornix ascendens Meynert) übergeht, dass vielmehr Gewölbsäule und Vicq d'Azyr'sches Bündel zwei verschiedene und von einander ganz unabhängige Faserzüge sind;

2) dass, was ich zuerst nachgewiesen habe, die Fornixsäule, nachdem sie ununterbrochen das Corpus mammillare durchsetzt hat, sich mit der Fornixsäule der anderen Seite kreuzt und in die Haube übergeht.

Für beide Behauptungen liefert, namentlich bei niederen Thieren (Kaninchen, Maulwurf, Maus) die rein anatomische Untersuchung gute, zum Theil sogar beweisende Anhaltspunkte: die letzteren sind indessen weit überholt durch die erst kürzlich veröffentlichten Experimente von Gudden's[2], welche die neue Lehre von der Fornixsäule und vom Corpus mammillare auf eine so sichere Basis stellen, dass man sie zu den bestbewiesenen und nicht mehr zu bezweifelnden Thatsachen der Hirnanatomie rechnen muss. Danach betrachte ich es als meine Aufgabe, die Übereinstimmung der anatomischen Befunde beim Maulwurf mit den experimentellen Ergebnissen beim Kaninchen darzuthun.

Die beiden Corpora mammillaria enthalten auch beim Maulwurf, wie v. Gudden zuerst bei Kaninchen, Hund, Katze, Affe und Mensch gefunden hat, je zwei Ganglien, ein mediales und ein laterales.

[1] Vgl. Forel a. a. O. II. pag. 432 Anm.
[2] a. a. O. VI.

Das mediale bildet die Hauptmasse des Corpus mammillare und besteht aus dicht gedrängten sternförmigen (6 μ breiten) und blasenförmigen Zellen, beide von geringer Größe in einer Grundsubstanz, welche sich in Karmin stark röthet. In den hintersten Querebenen hat es eine kreisförmige Kontur und ist von dem gleichnamigen Ganglion der anderen Seite nur durch ein ganz zartes Markblatt getrennt. Nach vorn (Fig. 23) rückt es, durch den blinden Fortsatz des dritten Ventrikels (pag. 611) gedrängt, dorsalwärts, nimmt dabei sowohl in der Höhe als nach den Seiten hin größere Dimensionen an und bildet mit dem gegenseitigen medialen Ganglion eine Masse. Noch weiter nach vorn (Fig. 22) trennen sich die Ganglien, während sich zwischen ihnen eine Menge von Fasern ausspannt, welche ich Querfasern des Corpus mammillare nennen will; endlich in den vordersten Ebenen erscheinen beide mediale Ganglien mit den Vicq d'Azyr'schen Bündeln weit in die Regio subthalamica hinein und gleichzeitig seitlich weit aus einander gerückt; zwischen ihnen befindet sich ein breites Blatt vom centralen Höhlengrau mit den ihm eigenen Faserzügen.

Das laterale Ganglion (Fig. 24, 25) besteht aus schönen 11 μ breiten pyramidenförmigen Zellen mit langen Fortsätzen. Die Lage des lateralen Ganglion wird durch die Bezeichnung schon angegeben, doch erstreckt es sich weder nach vorn noch nach hinten so weit wie das mediale. Indem einzelne seiner Zellen von der Seite her sich in den Boden des erwähnten blinden Fortsatzes vom dritten Ventrikel vorschieben, ist es nach dieser Richtung hin nicht scharf vom Tuber cinereum abgegrenzt.

In den Ganglien des Corpus mammillare endigen resp. entspringen drei verschiedene und anatomisch trennbare Faserbündel, nämlich:

a) im medialen Ganglion: das Vicq d'Azyr'sche Bündel und das Haubenbündel des Corpus mammillare[1],
b) im lateralen Ganglion: der Stiel des Corpus mammillare (Pedunculus corporis mammill.).

Ein viertes Faserbündel durchsetzt einfach das Corpus mammillare ohne eine Verbindung mit Zellen einzugehen und begiebt

[1] Dieses Bündel wurde zuerst durch v. Gudden und zwar beim Kaninchen entdeckt und in seinem Verlauf festgestellt. Beim Maulwurf habe ich dasselbe nachgewiesen. Das »Haubenbündel des Corpus mammillare« von Gudden's ist nicht identisch mit dem von Meynert (a. a. O. II. pag. 735, Abbild. 236 *m*) eben so benannten Faserzuge; den letzteren nennt von Gudden: »Stiel des Corpus mammillare«.

sich anders wohin: dies ist die Säule des Fornix, welche als topographisch wichtig hier zuerst erörtert werden soll.

Die Säule des Gewölbes, so weit sie nicht in das Stratum zonale des Sehhügels übergegangen ist[1], verläuft als kompaktes Bündel (Fig. 11—20 incl., 22—24 incl.) hinter der Commissura anterior durch den medialsten Theil der Zona incerta nahe dem centralen Höhlengrau ventralwärts, wobei sie einen nach vorn konvexen Bogen beschreibt; im Tuber cinereum angekommen zieht sie in sagittaler Richtung nach hinten und tritt endlich in das Corpus mammillare ein. In diesem verläuft sie zwischen dem medialen und lateralen Ganglion und kann als kompakter Querschnitt bis in das hintere Drittel desselben verfolgt werden. Sie hat durchgehends feine Achsencylinder mit dünnen Markscheiden, daher sie in Karminpräparaten ziemlich roth gefärbt erscheint. Es scheint zwar in manchen Schnittreihen, als ob während des beschriebenen Verlaufes der Querschnitt in eben bemerkbarem Maße abnehme, doch habe ich niemals — auch an Osmiumpräparaten nicht — den Abgang einer Faser gesehen. Jedenfalls könnten es nur ganz wenige Fasern sein, welche sich von der gemeinsamen Bahn aller anderen separirten. Vom hinteren Dritttheil des Corpus mammillare an wird der Querschnitt kontinuirlich kleiner, ohne dass es an Karminpräparaten gelingt, das Verbleiben der Fasern zu entdecken. So sehr ich auch subjektiv von dem wirklichen Verhältnis überzeugt war, so schwer wurde mir der objektive Nachweis.

Meine Überzeugung fußte auf dem Befunde am Kaninchen. Von allen Thieren, welche ich untersucht habe, ist dieses weitaus am geeignetsten, um über die Anatomie des Corpus mammillare Klarheit zu geben. An einer Frontalschnittreihe vom Kaninchen war es mir gelungen, den Nachweis zu liefern, dass die Fornixsäule im hintersten Theil des Corpus mammillare plötzlich in toto ein Knie bildet, dorsal und medialwärts zieht und die Säule der anderen Seite über dem Corpus mammillare kreuzt. Diese Kreuzung geht meistens in so kompakten Bündeln vor sich, dass sie in den Schnitten schon mit bloßem Auge zu sehen ist. Nun fand ich allerdings auch bei allen anderen Thieren, welche ich untersuchte, dorsal vom Corpus mammillare eine Kreuzung von Fasern, aber diese war einestheils zu massig als dass ich sie dem verhältnismäßig kleinen Querschnitt der Fornixsäule zuschreiben durfte, und anderentheils war ich nicht

[1] Vgl. pag. 675.

im Stande, die Kontinuität von Fasern aus diesem Querschnitt bis in jene Kreuzung nachzuweisen. Goldpräparate vom Kaninchen und später Osmiumpräparate vom Maulwurf und von der Maus klärten mich über den Sachverhalt auf:

Bei diesen Thieren sowohl wie beim Kaninchen bilden die Fasern der Fornixsäule im Corpus mammillare ein Knie, schlagen sich um die dorsale Peripherie des medialen Ganglion herum und kreuzen sich hart über demselben mit jenen der anderen Seite; sie verlaufen dabei nicht in dicken Bündeln, sondern verlassen mehr einzeln den Querschnitt der Fornixsäule, daher es so schwer ist zu erkennen, wie und wodurch der letztere kontinuirlich abnimmt. Der Verlauf vom Knie zur Kreuzung geht in einer etwas nach hinten geneigten Frontalebene vor sich. Trifft man diese gut, wie es mir gelungen ist, so kann man an Osmiumpräparaten die Kontinuität der Fasern vom Knie bis zur Kreuzung nachweisen.

Während die letztere vor sich geht, mischen sich die Fornixfasern der bereits (pag. 689) beschriebenen hinteren Kreuzung der Regio subthalamica bei und so entsteht jene massige Kreuzung, welche ich früher nicht zu deuten vermochte. An Goldpräparaten von einem Kaninchen[1] mit zerstreutem Verlauf der Fornixsäule konnte ich die Kreuzung der letzteren gut von der Decussatio subthalamica posterior trennen; jene hat feinere Fasern und liegt etwas ventral von dieser. Beim Maulwurf und bei der Maus war diese Scheidung nicht so deutlich.

Wohin die Fasern sich nach der Kreuzung begeben, darüber lassen sich nicht einmal Vermuthungen aufstellen; nur das scheint sicher, dass sie innerhalb der Haube des Hirnschenkels weiter nach hinten ziehen.

Über die Lage der Fornixkreuzung zu Nachbargebilden möchte ich noch hinzufügen, dass das Meynert'sche Bündel dorsal schräg und ziemlich nahe darüber hinzieht, so dass ein Theil der gekreuzten Bündel dasselbe quer durchsetzt.

Im Verlauf der Darstellung (vgl. auch oben pag. 661 u. 675 ff.) hat es sich ergeben, dass die Fornixsäule da, wo sie aus dem Körper des Gewölbes hervortritt, aus Fasern zusammengesetzt ist, welche nach Ursprung und Verlauf wesentlich von einander verschieden sind. Sie enthält an jener Stelle, kurz zusammengefasst:

[1] Die Kreuzung der Fornixsäulen geht bei den meisten Kaninchen in Bündeln vor sich; nur bei einzelnen Individuen verlaufen die Fasern vom Knie an zerstreut, wie bei den übrigen Säugern.

1) Fasern, welche aus dem gleichseitigen Ammonshorn ins gleichseitige Stratum zonale thalami opt. übergehen: »seitliches ungekreuztes Bündel«,
2) Fasern, welche vom entgegengesetzten Ammonshorn kommen und sich ebenfalls dem gleichseitigen Stratum zonale thal. opt. einverleiben: »oberes gekreuztes Bündel«, endlich
3) Fasern, welche dem gleichseitigen Ammonshorn entstammen, durch das Tuber cinereum bis in die hinteren Ebenen des Corpus mammillare ziehen, sich hier mit den entsprechenden der anderen Seite kreuzen und in die Haube eintreten: »unteres gekreuztes Bündel«[1].

Das Vicq d'Azyr'sche Bündel Fornix ascendens Meynert entsteht wie das Haubenbündel des Corpus mammillare im medialen Ganglion: in allen Theilen desselben treten vereinzelt Fasern auf, welche sich sehr bald zu kleinen Bündeln vereinigen, die wie die Wurzeln eines Baumes zu einem ansehnlichen, stark markhaltigen Faserstrang zusammentreten. Innerhalb des Ganglion sind die Fasern des Vicq d'Azyr'schen und des Haubenbündels nicht von einander zu scheiden: in gemeinsamem Stamm verlassen sie dasselbe am vorderen lateralen Winkel (Fig. 22), ziehen noch eine kleine Strecke in der Regio subthalamica dorsalwärts, wobei aber schon die Richtung der Fasern innerhalb des Bündels verschieden ist (Fig. 23) und trennen sich dann: Das Vicq d'Azyr'sche Bündel tritt zwischen lateralem und hinterem Kern in den Thalamus ein; indem es die Richtung nach dorsal, medial und vorn innehält, durchsetzt es den lateralen Kern und dringt bis in den medialen ein, wo es sich zerstreut (Fig. 19, 18, 17). Weiter gelang es mir nicht, dasselbe zu verfolgen, weder an Quer- noch an Sagittalschnitten, welch letztere hierfür am günstigsten sind.

Beim Kaninchen und bei der Maus hängt das Vicq d'Azyr-sche Bündel zweifellos mit dem Stratum zonale thalami opt. zusammen, wobei ich es dahingestellt sein lasse, in welcher Beziehung es zum vordern Thalamuskern steht: jedenfalls aber stammt ein kleiner Theil desselben, wie ich auf Grund von Gold- und Osmiumpräparaten behaupten muss, anders woher, aus mehr lateralen Gebieten des Sehhügels: beim Maulwurf scheint es fast ausschließlich aus Fasern dieser Herkunft zu bestehen, da es mir

[1] Dieser Name rührt, wie die beiden anderen, von v. Gudden her.

nicht gelungen ist, einen Zusammenhang mit dem Stratum zonale nachzuweisen.

Die Fasern des Haubenbündels biegen in der Regio subthalamica, indem sie sich vom Vicq d'Azyr'schen Bündel trennen, um und verlaufen in dünnen Strängen nach hinten, welche sich noch eine kurze Strecke verfolgen lassen, entziehen sich dann aber, den Längsfasern der Haube beigemischt, einer weiteren Kontrolle. Sagittalschnitte sind für den Nachweis derselben am geeignetsten. In seinem ganzen Verlauf hält sich das Haubenbündel der Mittellinie näher als das Vicq d'Azyr'sche: es streicht hart am Meynert'schen Bündel vorbei.

Der Stiel des Corpus mammillare ist, so viel ich weiß, bei keinem Thier relativ so mächtig entwickelt, wie beim Kaninchen; hier kann man sich auch makroskopisch leicht von seiner Lage überzeugen: es ist ein dicker, medial vom Pes pedunculi gelegener Strang, der vom Nervus oculomotorius durchbrochen wird. Der Austritt dieses Nervs dient bei allen Thieren zur Orientirung. Forel[1] hat den Stiel des Corpus mammillare, allerdings nicht unter diesem Namen, beschrieben. Er lässt denselben aus der Schleifenschicht hervorgehen und zwar in folgender Weise: Vom Haupttheil der Schleifenschicht, welche in der Gegend des Ganglion interpedunculare nach vorn, dorsal- und lateralwärts umbiegt, bleibe ein kleiner Rest liegen und verlaufe neben dem Ganglion interpedunculare sagittal weiter nach vorn zum Corpus mammillare.

Ich kann diesen Ursprung nicht bestätigen, bin vielmehr nach vielen Untersuchungen zu folgenden Resultaten gelangt. In den vorderen Ebenen des Ganglion interpedunculare wird der Haupttheil der Schleifenschicht von der Hirnbasis abgedrängt, indem sich ganz allmählich Fasern vorschieben, welche zwischen den Zellen der Substantia Soemmeringi zu entstehen scheinen; wenigstens verlaufen sie dem entsprechend aus der Gegend dieser Zellen schräg medial- und ventralwärts. Die Zahl dieser Fasern, welche Anfangs sehr gering ist, vergrößert sich nach vorn zweifellos, indem sie aus derselben Gegend Zuzug erhält, nachdem die Schleifenschicht schon ziemlich weit dorsalwärts gerückt ist. Diese Zunahme allein, welche ich für Hund und Kaninchen behaupten muss, spricht schon sehr gegen den Ursprung aus der Schleifenschicht — ganz abgesehen von der Richtung der Fasern.

---

[1] a. a. O. II. pag. 432.

Beim Maulwurf gewinnt, während die Schleifenschicht in toto dorsalwärts rückt, fast plötzlich die SOEMMERING'sche Substanz eine mächtige Zunahme, so dass sie den Raum zwischen Ganglion interpedunculare und Pes pedunculi vollständig ausfüllt. Zwischen ihren Zellen sieht man alsbald die Querschnitte von sagittal verlaufenden markhaltigen Fasern und einige Schnitte weiter vorn (Fig. 26), nachdem die SOEMMERING'sche Substanz etwas abgenommen hat, findet man den kompakten Querschnitt des Pedunculus corporis mammillaris. Dieser entsteht also beim Maulwurf ziemlich plötzlich, gleichzeitig mit der Zunahme der Substantia Soemmeringi. Er bekommt aber auch weiter vorn noch Zuwachs aus der Gegend dieser Zellen.

So weit lassen sich die Verhältnisse an guten Karminpräparaten eruiren, wenn auch nicht mit der Deutlichkeit, welche keinen Zweifel aufkommen ließe. Wer die Schwierigkeit dieser Gegend kennt, wo so viele verschiedene Faserzüge von nahezu gleicher Verlaufsrichtung auf engem Raume aus einander zu halten sind, wird es begreiflich finden, wenn ich nur vorsichtig einem Untersucher wie FOREL, widerspreche; ich werde aber sehr ermuthigt durch Osmiumpräparate von der Maus und vom Maulwurf, welche den oben beschriebenen Ursprung in viel überzeugenderer Weise erkennen lassen als Karminpräparate. Ich empfehle sie für die Untersuchung dieses Theiles ganz besonders.

Der Pedunculus corporis mammillaris zieht im Ganzen nach vorn bis in die hinteren Ebenen des Corpus mammillare; von hier an nimmt derselbe konstant ab, indem seine Fasern zwischen die Zellen des lateralen Ganglion einstrahlen und mit diesen höchst wahrscheinlich sich verbinden (Fig. 25 und 24). Diese Einstrahlung sieht man am schönsten beim Kaninchen. Sie findet in denselben Ebenen statt, in welchen die Fornixsäule, medial davon, ihr Knie bildet. Das Zusammentreffen so vieler markhaltiger Fasern auf dieser Stelle erzeugt das seitlich ins Corpus mammillare eingebettete, makroskopisch sichtbare weiße Knöpfchen. Beim Kaninchen und beim Hund zeichnen sich die Fasern des Pedunculus corporis mammillaris durch sehr dicke Markscheiden aus, was ihre Unterscheidung von dem dicht daneben liegenden Pes pedunculi wesentlich erleichtert.

Ich bin mir wohl bewusst, im Vorstehenden keine erschöpfende Beschreibung des Corpus mammillare gegeben zu haben: insbesondere habe ich über die Markkapsel, welche namentlich bei höheren Säugern das ganze Corpus mammillare einhüllt, nichts gesagt; ich weiß nicht, woher diese Fasern stammen; beim Maulwurf sind sie nicht

als eigene Lage zu erkennen. Auch über die am Eingang dieses Kapitels erwähnten Querfasern des Corpus mammillare kann ich keine weitere Mittheilung machen: es liegt am nächsten, sie für Kommissuren ? beider medialen Ganglien zu halten. —

E. Nervus opticus. Chiasma nervor. opticor. Meynert'sche Kommissur. vordere Kreuzung der Regio subthalamica. Die Sehnerven des Maulwurfs und ihre Durchkreuzung im Chiasma kann man nur an Osmiumpräparaten studiren; ich habe zu diesem Zweck je eine Reihe von Horizontal- und von Frontalschnitten angefertigt, welche mir mehrere interessante Befunde geliefert haben.

Der Querschnitt eines mit Osmiumsäure behandelten Sehnervs hat einen Durchmesser von 0,099 mm: er enthält ziemlich viel bindegewebige Substanz und innerhalb derselben vorzugsweise in der Peripherie markhaltige Nervenfasern: das Centrum wird von einem sehr feinen Gefäße, der Arteria centralis eingenommen, deren Injektion mit Berliner Blau mir gelungen ist.

Verfolge ich in einer lückenlosen Frontalschnittreihe die Sehnerven nach hinten (Fig. 32. 33. 34), so finde ich, dass sie vor ihrem Eintritt in das Chiasma eine kleine Strecke innerhalb der Substantia cinerea anterior medial- und ein wenig dorsalwärts ziehen. Nachdem sie sich auf diese Weise bis zu einer gewissen Distanz genähert haben, beginnt

das Chiasma, indem ihre Fasern ziemlich zerstreut innerhalb der zwischen den Nerven gelegenen grauen Substanz eine Kreuzung eingehen, welche in einer kleinen Anzahl von Schnitten deutlich nachweisbar ist: in dem Maße, als man sich dem hinteren Ende dieser Kreuzung nähert, sieht man die Sehnervendurchschnitte kleiner werden und endlich ganz verschwinden. Gleich nach dem Beginn des Chiasma, während noch die beiden Nn. optici größtentheils ungekreuzt daliegen, treten ventral von denselben Querfasern auf, welche dem Tractus opticus angehören und die Mittellinie überschreiten; ihnen gesellen sich die Sehnervenfasern, wenn sie das Chiasma passirt haben, zu (Fig. 34). Die schönste Ansicht des Chiasma bekommt man im Horizontalschnitt (Fig. 35): ob sich die Sehnerven des Maulwurfs vollständig kreuzen, vermag ich nicht zu sagen.

Die Angaben, welche neuere Untersucher über die Sehnerven des Maulwurfs gemacht haben, widersprechen mehr oder weniger alle meiner Darstellung: v. Gudden[1] sagt, »dass der Maulwurf des

[1] a. a. O. II. pag. 716; v. Gudden sagt nichts über die Beschaffenheit

Gesichtssinnes entbehre«: FOREL[1] erklärt ihn, was wohl als richtig gelten muss, »für nahezu blind«, lässt aber an einer Stelle[2] vom Tractus opticus bloß die Commissura inferior vorhanden sein, was nicht richtig ist. Nach SEMPER[3] sind die Sehnerven des Maulwurfs in der Regel vollständig degenerirt, »mitunter aber wird der Maulwurf doch auch wohl etwas sehen können: denn es ist nachgewiesen, dass nicht immer beide Sehnerven desselben Individuums degeneriren, so dass das eine Auge noch mit dem Gehirn in Verbindung stehen mag, während das andere bereits davon getrennt ist.«

An all' den zahlreichen Maulwürfen, die ich getödtet und auf ihre Nervi optici untersucht habe, konnte ich mich stets von der Existenz beider Sehnerven überzeugen.

KADYI[4] hat die Nn. optici gesehen, lässt sie aber aus REMAK'schen Fasern bestehen und auch TARTUFERI[5], wenn ich ihn recht verstehe, erklärt, dass sie von Markscheiden entblößt seien. Beiden Forschern muss ich widersprechen: ich sowohl als Herr Dr. BUMM (vor mir) fand dieselben im Nerv und Chiasma markhaltig: im Tuber cinereum haben sie nach meinen Messungen ein ziemlich gleichmäßiges Kaliber von nicht ganz 1,5 μ.

Das Chiasma hat KADYI nicht gesehen; er lässt die Nerven ohne Kreuzung zum Auge gelangen. TARTUFERI ist der Erste, welcher dasselbe beschreibt.

Der Tractus opticus wird zum größten Theil von der Commissura inferior von GUDDEN's gebildet. v. GUDDEN hat angegeben, dass die Fasern dieser Commissur beim Kaninchen feiner sind, als die Sehnervenfasern: ich kann dies auch für die Maus bestätigen mit dem Zusatze, dass weniger die Achsencylinder als die Markscheiden dünner sind, was an Osmiumpräparaten sehr deutlich ist. Beim Maulwurf finde ich nun ein sehr auffallendes Verhältnis: Der Tractus opticus besteht aus Fasern von zweierlei Kaliber, dünnen, welche einerseits mit den Sehnervenfasern, andererseits mit den Fasern der gleich zu beschreibenden MEYNERT'schen Kommissur übereinstimmen

---

der Sehnerven, deren Existenz ihm offenbar bekannt war; denn er zeichnet sie deutlich von der Blindmaus, die er in Bezug auf das Gesicht mit dem Maulwurf gleich rangirt.

[1] a. a. O. II. pag. 465. [2] a. a. O. II. 458.

[3] a. a. O. Bd. I. pag. 97.

[4] a. a. O.; hier Jahresberichte der Anatomie und Physiologie von HOFMANN und SCHWALBE Bd. VII. pag. 390.

[5] a. a. O. I. pag. 26.

und dickeren, von etwas mehr als 2 μ, welche ich nach ihrem oberflächlichen Verlauf und nach ihrer Menge als der Commissura inferior cerebr. angehörig betrachten muss. Gerade die vordersten Tractusfasern, welche beim Beginn des Chiasma auftreten, haben ausschließlich feines Kaliber; die Leichtigkeit, viele derselben einzeln und in continuo bis weit über die Mittellinie zu verfolgen, schließt die Annahme aus, dass es lauter gekreuzte Opticusfasern seien; eher könnte man an eine vordere Kommissur des Chiasma denken, wenn nicht sofort der nächste Schnitt zeigte, dass sie nach hinten ziehen. Ich nehme daher auf Grund des Faserkalibers an, dass die Commissura infer. cerebri beim Maulwurf vermischt ist mit Elementen, welche zur

Meynert'schen Kommissur gehören. Der Haupttheil dieser letzteren kommt zum Vorschein, wenn die Commissura infer. die Mittellinie passirt hat und als sehr dunkel gefärbter Schrägschnitt zur Seite liegt. Die Fasern der Meynert'schen Kommissur verlaufen nicht kompakt, kreuzen einander in der Mittellinie und liegen, wenn sie auch der Oberfläche ziemlich nahe kommen, doch nicht frei zu Tage, sondern im Grau des Tuber cinereum, durch welches wir sie schon bei der makroskopischen Beschreibung hindurchscheinen sahen; sie streichen stets dorsal vom Tractus opticus hin, und bilden hier vermöge ihres feinen Kalibers (in Osmiumpräparaten) ein sehr helles Feld, welches von dem stark geschwärzten Tractus opticus sich sehr deutlich abhebt (Fig 15 und 16). Im Ganzen finde ich die Meynert'sche Kommissur beim Maulwurf verhältnismäßig viel stärker entwickelt als beim Menschen. In ihrem weiteren Verlauf begleitet sie den Tractus opticus bis über den Pes pedunculi, in welchen allem Anschein nach der größte Theil ihrer Fasern eintritt. Dieses Verhältnis ist beim Maulwurf nicht so deutlich, wie es v. Gudden[1] bei Kaninchen, Katze, Hund, Affe und Mensch gefunden hat. Eine Anzahl von Fasern, welche ich wegen ihres Kalibers der Meynert'schen Kommissur zuzähle, steigt, so wie sie die Mittellinie überschritten hat, steil dorsalwärts an und mischt sich der

vorderen Kreuzung der Regio subthalamica (Decussatio subthalamica anterior) bei. Diese beginnt unmittelbar hinter dem Chiasma und liegt zwischen der Meynert'schen Kom-

[1] a. a. O. IV. Sep.-Abdr. pag. 7. Die Meynert'sche Kommissur bis in den Luys'schen Körper zu verfolgen (Wernicke a. a. O. pag. 73) ist mir nicht gelungen.

missur und der Lichtung des dritten Ventrikels: mit ihrer hinteren Partie erfüllt sie fast die ganze Dicke der feinen Bodenplatte dieser Hirnhöhle. Von der MEYNERT'schen Kommissur ist sie nicht ganz getrennt, hauptsächlich wegen der oben beschriebenen Fasern, welche aus jener stammen und sich ihr zugesellen. Die übrigen Fasern der Decussatio subthalamica anterior unterscheiden sich aufs deutlichste von allen Fasern dieser Gegend durch ihr mächtiges Kaliber: sie sind 3 μ dick. Wie aus dem Vergleich der Figuren 15 und 16 hervorgeht, ist der Verlauf der Fasern im vorderen Theil der Kreuzung ein anderer als im hinteren. Wenn ich mir den ganzen Verlauf aus den einzelnen Schnitten konstruire und namentlich Horizontalschnitte zu Hilfe nehme, so gelange ich zu der Vorstellung, dass die Fasern von einem ventral und vorn gelegenen Punkt einer Seite zu einem dorsal und hinten gelegenen der anderen ziehen; sie erleiden dabei gerade bei ihrem Übergang über die Mittellinie eine scharfe Knickung nach hinten. Von der Mittellinie aus divergiren sie, indem sie theils ganz steil durch die Zona incerta lateral- und dorsalwärts ziehen, wobei sie die Säule des Fornix zwischen sich fassen, theils in ganz flachem Bogen einfach lateralwärts verlaufen, und dadurch in die Nähe des Tractus opticus gelangen. An Schnitten, welche in einer etwas nach hinten geneigten Frontalebene angelegt sind, habe ich mich aufs deutlichste überzeugt, dass die Fasern zwischen die Querschnitte der inneren Kapsel treten.

Die vordere Kreuzung der Regio subthalamica scheint in der Thierreihe sehr konstant und vom Gesichtssinn unabhängig zu sein; wenigstens ist sie beim Maulwurf recht gut entwickelt; beim Kaninchen verhält sie sich gerade wie beim Maulwurf und bei der Maus; außerordentlich stark finde ich sie in einer Frontalschnittreihe vom Eichhörnchen, welche der hiesigen Sammlung angehört. Auch bei der Katze, beim Hund, Affen und Menschen ist sie vorhanden; sie scheint nichts Anderes zu sein, als jenes Bündel, welches FOREL[1] medial vom Fornix in das Tuber einer. verfolgt. Sie wurde zuerst und ziemlich gleichzeitig beschrieben durch v. GUDDEN[2], welcher über den endlichen Verbleib der Fasern sich nicht ausspricht und von SCHNOPFHAGEN[3], welcher sie aus einem Bündel der einen Zona incerta in das hintere Längsbündel der anderen Seite übergehen lässt.

[1] a. a. O. II. pag. 476.
[2] a. a. O. IV. Sep.-Abdr. pag. 9.
[3] a. a. O. Sep.-Abdr. pag. 11.

Ich bezweifle es sehr, dass beim Menschen die Bedingungen für die Untersuchung dieser Kreuzung so günstig sind, wie bei ganz kleinen Säugern.

VI. Gegend der Kniehöcker.

Die beiden Kniehöcker (Corpora geniculata) sind weder vom Sehhügel noch von einander deutlich geschieden. Die Trennung ist beim Maulwurf um so schwieriger, als man auf jenen Behelf verzichten muss, welchen bei anderen Säugern die Verschiedenheit der elementaren Struktur dieser Theile liefert; sie existirt beim Maulwurf nicht. Doch kann man füglich derselben entrathen, indem die mikroskopische Untersuchung andere, bessere Unterscheidungsmerkmale liefert, das sind distinkte, charakteristische Faserzüge: für den medialen Kniehöcker der Arm des hinteren Zweihügels, für den lateralen ein Bündel, welches in ihm entsteht und zum Pes pedunculi zieht. Bestimme ich danach, der Untersuchung vorgreifend, Lage und Ausdehnung, so bildet der laterale Kniehöcker eine dünne Schicht vorwiegend grauer Substanz, welche dem lateralen resp. hinteren Kern des Sehhügels aufgelagert ist; er beginnt nahe dem hinteren Ende der inneren Kapsel und erstreckt sich nach hinten bis zu jener Furche, welche in Fig. 4 und 5 gezeichnet ist. Von da an geht er ohne Grenze in den medialen Kniehöcker über. Mit seiner schmalen ventralen Partie ruht er auf dem hinteren Theil der Gitterschicht des Sehhügels resp. jenem Fortsatz (*), welchen die innere Kapsel durch die Gitterschicht nach hinten sendet. Die mediale Grenze gegen den Sehhügel bilden Faserbündel, welche aus der Gitterschicht herauskommen und als Radiärbündel im Bogen dorsalwärts ziehen, um sich im äußeren oder hinteren Thalamuskern aufzulösen.

Der mediale Kniehöcker bildet einen Körper, welcher in seinen hinteren Querebenen (Fig. 25 und 26) ziemlich rund und gut abgegrenzt ist, weiter vorn wie ein Keil in die Haube eindringt und im Bereich der mehrerwähnten Grenzfurche der Kniehöcker (Fig. 4 und 5) in den hinteren Thalamuskern resp. den lateralen Kniehöcker übergeht. Ventral ruht er auf dem nach hinten ziehenden Fortsatz der inneren Kapsel; die mediale Grenze gegen die Haube wird durch ein schmales, ziemlich rein markiges Feld gebildet, dessen Bestandtheile außerordentlich schwer zu entwirren sind. Was ich darüber zu sagen weiß, ist Folgendes:

1) Den Haupttheil bildet der Arm des hinteren Zweihügels: der Querschnitt desselben ist im Bereich des vorderen Zweihügels (Fig. 26) zwar ziemlich kompakt, aber gegen die Markschichten des letzteren nicht abgegrenzt: verfolgt man ihn an Osmiumpräparaten nach vorn, so sieht man, wie seine Fasern allmählich in einzelne Bündel zusammentreten, welche am dorsalen Rand des medialen Kniehöckers, zwischen diesem und dem vorderen Zweihügel nach vorn verlaufen und dabei fortwährend Bündelchen aussenden, welche unter plötzlicher Umbiegung sich lateralwärts begeben und im Kniehöcker pinselförmig aus einander fahren. Dieser Verlauf ist für den größten Theil derselben nicht zu bezweifeln; doch ist das Fasergewirr in dieser Gegend zu groß, als dass ich mit Bestimmtheit jeden anderen Verlauf bestreiten dürfte.

2) Einen weiteren Bestandtheil jenes Markfeldes bilden Fasern, welche aus dem tiefen Mark des vorderen Zweihügels stammen und theils in den Fuß des Hirnschenkels theils als obere Schleife zur Schleifenschicht ziehen.

3) In den vorderen Ebenen des medialen Kniehöckers (Fig. 25 links sind es hauptsächlich die Fasern, welche aus dem Fortsatz der inneren Kapsel in die mittlere Markschicht des vorderen Zweihügels ziehen und dabei die mediale Grenze des Kniehöckers bilden.

Es scheint mir, dass hiermit die Bestandtheile jenes Markfeldes noch nicht erschöpft sind.

Die sonstigen Verbindungen beider Kniehöcker können nur im Anschluss an den Tractus opticus besprochen werden.

Der Tractus opticus steht bei den meisten Säugern zu den Kniehöckern in ganz augenfälliger Beziehung, indem er sie theils als dickes Marklager bedeckt, theils in sie eindringt. Das gleiche Verhältnis besteht auch beim Maulwurf, ist jedoch wegen der geringen Ausbildung des Gesichtssinnes makroskopisch gar nicht zu erkennen. Dagegen ergiebt sich aus der mikroskopischen Untersuchung nicht nur eine Übereinstimmung mit den anderen Säugern, sondern es ist sogar der Maulwurf ein sehr geeignetes Objekt, um über die angedeutete Frage Aufschluss zu geben.

Der Tractus opticus, so einheitlich er zu sein scheint, ist aus Fasern von ganz verschiedener Bedeutung zusammengesetzt. Den Hauptbestandtheil bilden allerdings die Sehnervenfasern. Aber schon im Chiasma sahen wir diesen ein vom Gesichtssinn unabhängiges Faserbündel, die Commissura inferior cerebri zugesellt.

Sie legt sich so innig an die Sehnervenfasern an, dass sie rein anatomisch nur bei wenigen Säugern von denselben zu trennen ist.

Bei einer bestimmten Kaninchenrasse, der Wanderratte, der Wühlratte und einzelnen Mäusearten ist die Commissura infer. cerebri gerade hinter dem Chiasma auf eine kurze Strecke, wenn auch nicht ganz isolirt, so doch als äußerlich abgegrenztes Bündel zu erkennen. Von Gudden »sah sie schon mit bloßem Auge, durch eine Vertiefung vom Chiasma deutlich geschieden, beim Eichhörnchen, beim Iltis, bei der Katze, beim Fuchs«. Bei einigen Thieren (Kaninchen, Maus) ist sie mikroskopisch von den Sehnervenfasern unterscheidbar, indem sie durch die Gleichmäßigkeit ihrer Fasern, so wie durch die Feinheit ihrer Markscheiden sich deutlich von den Sehnervenfasern abhebt. Beim Maulwurf zeigte es sich gerade umgekehrt, dass die letzteren viel feiner sind, als die Elemente der Commissura infer. cerebri.

Das Experiment, durch welches die untere Hirnkommissur von von Gudden entdeckt wurde, Enucleation beider Augen, stellte gleichzeitig fest, dass dieselbe vom Gesichtssinn unabhängig ist; dass sie eine echte Kommissur ist geht daraus hervor, dass sie, wo immer man sie angreift, in ihrem ganzen Verlauf nach beiden Seiten atrophirt.

Es wurde schon früher gesagt, dass beim Maulwurf der Tractus opticus zum größeren Theil von der Commissura infer. cer. gebildet wird. Auf diesen Umstand ist es zurückzuführen, dass derselbe beim Maulwurf nicht einmal bis zu den Kniehöckern zu reichen scheint. Die Commissura infer. ist nämlich derjenige Theil, welcher sich zuerst vom Tractus opt. abzuzweigen beginnt. Als kompaktes Bündel verläuft sie über die medialen zwei Drittel des Hirnschenkelfußes (Fig. 15—18 incl.) ohne Fasern abzugeben; sobald sie aber an das laterale Drittel gelangt und während ihres Verlaufes über dasselbe (Fig. 19—23), schickt sie beständig Fasern in denselben hinein, welche seinen Querschnitt in Felder theilen. Dies geschieht gerade in jenen Querebenen, in welchen der lateralste Theil des Hirnschenkelfußes in die innere Kapsel übergeht. Der größte Theil des Tractus opticus gelangt über den Querschnitt des Pes pedunculi hinweg und strahlt in zierlichen Bögen hart um den lateralen Rand desselben in die Gitterschicht hinein, wo man die Kontinuität der einzelnen Fasern an Osmiumpräparaten eine kleine Strecke weit verfolgen kann; es scheint, dass sie zum Theil wenigstens die Richtung

der Radiärfasern des Thalamus annehmen und in den letzteren eintreten.

Die Fasern, welche auf diese Weise aus dem Tractus opt. in die Gitterschicht einstrahlen, gehören zweifellos zum allergrößten Theil (beim Maulwurf) der Commissura infer. cer. an: die Frage ist nur, ob nicht auch einzelne von den Sehnervenfasern denselben Weg einschlagen: ich vermag darauf keine Antwort zu geben. Fast als sicher aber möchte ich es hinstellen, dass nicht alle Fasern der Commissura infer. den beschriebenen Verlauf nehmen, dass vielmehr ein Theil derselben weiter rückwärts im Corpus geniculat. mediale und laterale sein Ende findet. Den Hauptanhaltspunkt für diese Annahme finde ich in einer Reihe von Schnitten, welche durch ein in Osmiumsäure gefärbtes Mäusegehirn ziemlich genau in der Verlaufsrichtung des Tractus opticus angelegt sind. Wenn ich hier nach dem Kaliber der Fasern[1] urtheile, so glaube ich Bestandtheile der unteren Hirnkommissur bis in beide Kniehöcker zu verfolgen; sie schließen sich dabei den jetzt zu beschreibenden, in die Kniehöcker eintretenden Bündeln des Tractus opticus an.

Außer der Commissura infer. enthält dieser noch eine dritte Gruppe von Fasern, welche gleich jener mit dem Gesichtssinn nicht in nachweisbarem Zusammenhang stehen. Bei Kaninchen, welchen gleich nach der Geburt beide Augen enucleirt wurden, deren Sehnervenfasern also vollständig atrophirt sind, findet man gleichwohl ein mit der Commissura infer. zusammenhängendes Marklager, welches beide Kniehöcker theils überzieht, theils in sie eindringt, welches aber viel zu mächtig ist, als dass es sich von der Commissura infer. allein ableiten ließe. Die Behauptung, welche von Gudden[2] aussprach, dass es sich hier um einen dritten und zwar von der Retina unabhängigen Bestandtheil des Tractus opticus handle, hat sich inzwischen bestätigt, indem es mir gelungen ist, diesen Faserzug völlig isolirt darzustellen. Es wurde nämlich vom Foramen opticum aus nach Enucleation eines Bulbus oculi der Tractus opticus in der Nähe der Mittellinie durchtrennt: in Folge dessen

[1] Dieses Kennzeichen wird dadurch erst brauchbar, dass die Fasern der verschiedenen Kaliber innerhalb des Tractus sich nicht mischen, vielmehr bleibt die Commissura infer. sowohl wie der übrige Tractus kompakt beisammen; man braucht also nicht das Kaliber der einzelnen Fasern zu bestimmen, um ihren Charakter zu erkennen; der letztere ergiebt sich vielmehr aus der Färbung des ganzen Bündels, aus welchem die einzelne Faser stammt.

[2] a. a. O. II. pag. 714 und 716.

atrophirten nicht nur die Sehnervenfasern, sondern auch die Commissura infer.: es blieb als Rest des Tractus opticus jenes im Allgemeinen beschriebene, bis zum vorderen Zweihügel ziehende Bündel[1].

Es soll zunächst jener Theil desselben besprochen werden, welcher in den lateralen Kniehöcker einstrahlt und welchen ich »Stiel des lateralen Kniehöckers« nenne: er ist für dieses Ganglion charakteristisch und erst seine Auffindung hat mir die Überzeugung gegeben, dass auch beim Maulwurf der laterale Kniehöcker, für dessen Existenz der makroskopische Anblick gar keinen Anhaltspunkt bietet, wirklich vorhanden ist.

Verfolgt man eine Frontalschnittreihe von vorn nach hinten, so zeigt sich gerade vor dem Ende der inneren Kapsel ein sichelförmiges, etwa 0,300 mm breites Feld grauer Substanz, welches dem Sehhügel von außen aufgelagert ist, und von demselben unvollständig abgegrenzt wird durch Bündel von Radiärfasern. Jenes sichelförmige Feld, dessen Zellen mit denjenigen des lateralen Thalamuskernes übereinzustimmen scheinen, ist der Querschnitt des lateralen Kniehöckers. Um über die Faserungsverhältnisse desselben ins Klare zu kommen, muss man Osmiumpräparate studiren. An diesen sieht man, wie innerhalb des Kniehöckers (Fig. 22 u. 23) zerstreut markhaltige Fasern entstehen, welche alle gegen die ventrale Spitze der Sichel konvergiren, hier als dünnes, kompaktes Bündel austreten und den hinteren Fortsatz der inneren Kapsel so wie den lateralen Theil des Pes pedunculi umgürten; dabei stoßen sie auf den Tractus opticus, welchem sie sich beigesellen, um ihn sehr bald wieder zu verlassen; sie gehen nämlich aus der dorsal-ventralen in die sagittale Richtung über und schließen sich den Fasern des Pes pedunculi an. Die hintere Grenze des lateralen Kniehöckers wurde bereits angegeben. Dass das in Rede stehende Gebilde in der That der laterale Kniehöcker ist, lehrt eben der Nachweis jenes Bündels, welches auf experimentellem Weg als charakteristisch für denselben erkannt worden ist. Aus der Schwierigkeit, bloß seine Existenz nachzuweisen, ergiebt sich schon, dass der laterale Knie-

[1] Vgl. Gudden a. a. O. IV. pag. 242. Wernicke (a. a. O. II. pag. 75) hält es sehr mit Unrecht für »naheliegend, sie (das Hemisphärenbündel des Tractus v. Gudden's) mit den Fasern der Commissura inferior zu identificiren«; diese Auffassung ist um so unverständlicher, als Wernicke selbst angiebt, dasselbe sei isolirt zurückgeblieben nach Zerstörung des Chiasma mit Einschluss der Commissura inferior.

höcker beim Maulwurf ein atrophisches Organ ist: bei anderen viel kleineren Thieren, z. B. der Feldmaus, ist er leicht zu erkennen. Die relative Lage desselben ist übrigens bei der Maus und beim Kaninchen die gleiche, wie beim Maulwurf. Die Einstrahlung des »Stieles« in den Pes pedunculi ist namentlich beim Kaninchen schön und deutlich zu erkennen. Man sieht hier die Fasern desselben theils in mächtigem Strome am lateralen Rand in den Fuß des Hirnschenkels einstrahlen, theils wie beim Maulwurf sich der ventralen Fläche desselben zugesellen. Was das endliche Schicksal derselben betrifft, so geht aus einer Reihe noch nicht vollständig veröffentlichter Versuche von Herrn Professor von Gudden hervor, dass sie durch den Pes pedunculi der Großhirnrinde zugeführt werden.

Indem ich den weiteren Verlauf des Tractus opticus zu beschreiben suche, gehe ich von der Ebene aus, welche Fig. 23 wiedergiebt. Ein Theil desselben ist in der oben beschriebenen Weise in die Gitterschicht des Sehhügels resp. den Pes pedunculi eingetreten. Der Rest liegt als ein nicht ganz kompaktes Bündel schräg- und quergeschnittener Fasern unmittelbar am lateralen Rand des Hirnschenkelfußes und nimmt hier ein beiläufig dreieckiges Areal ein, welches von der Gitterschicht resp. dem hinteren Fortsatz der inneren Kapsel nur sehr unvollkommen zu trennen ist. Verfolge ich dieses Areal in der Reihe der Osmiumpräparate nach hinten, so sehe ich, dass 1) beständig Fasern daraus in den lateralen Kniehöcker einstrahlen; sie gehören größtentheils zu dem beschriebenen »Stiel« des letzteren; wahrscheinlich gehen mit ihnen auch Theile der Commissura infer., vielleicht auch einzelne Sehfasern; 2) dass der übrige Theil allmählich eine schräge Richtung nach hinten und dorsalwärts annimmt, und dabei je weiter nach hinten, um so ausgedehnter die Oberfläche des lateralen Kniehöckers überzieht; während dieses Verlaufes kann man die Kontinuität einzelner Fasern ununterbrochen über den größten Theil der Oberfläche des Corpus geniculat. laterale konstatiren; das Anfangs außerordentlich dünne Marklager wird verstärkt durch Fasern, welche in der Tiefe des Kniehöckers selbst zu entstehen scheinen und schräg an die Oberfläche treten (Fig. 22 und 23). Die Zahl dieser den Tractus opticus verstärkenden Bündel ist klein, offenbar wegen der Atrophie des ganzen Ganglion.

Weiter hinten, im Gebiete des medialen Kniehöckers (Fig. 24 und 25) ist das Verhältnis wesentlich das gleiche: es ziehen Fasern aus dem Areale des Tractus opticus durch die oberflächliche Schicht

des Corpus genicul. med. dorsalwärts und mit ihnen vereinigen sich andere, welche im letzteren selbst zu entstehen scheinen. Da alle Fasern, welche aus dem Tractus opticus über die Kniehöcker wegstreichen, sammt denjenigen, welche sich aus diesen hinzugesellen, gegen den vorderen Zweihügel ziehen, so nimmt die oberflächliche Faserschicht, welche den hintersten Theil des Tractus opticus darstellt, nach hinten an Stärke zu. Beim Maulwurf gewinnt, wie mir scheint, der Tractus opticus mehr Zuwachs aus dem medialen als aus dem lateralen Kniehöcker, was mit der relativen Größe beider Ganglien in plausiblem Zusammenhang steht. Gegen das hintere Ende des Corpus genicul. med. wird der Rest des Tractus opticus immer kleiner; die letzten Fasern ziehen um die hinterste Circumferenz desselben herum und nehmen weiter denselben Verlauf, wie die anderen: zum vorderen Zweihügel.

Zu all' diesen so verschiedenartigen Elementen, welche den hintersten Theil des Tractus opticus bilden, gesellen sich noch Fasern aus jenem überaus feinen Theil des Stratum zonale, welcher die ganze Oberfläche des Thalamus opticus überzieht. Dieser Zuwachs mag beim Menschen und anderen Säugern nicht unbedeutend sein.

Im Verlauf dieser Beschreibung hat es sich gezeigt, dass der Tractus opticus nicht nur von sehr verschiedenartigen Fasern zusammengesetzt wird, sondern dass seine Komponenten auch während des Verlaufes wechseln, so dass Anfang und Ende wesentlich verschiedene Bestandtheile enthalten. Nur eine Fasergattung durchzieht den Tractus seiner ganzen Länge nach bis zum vorderen Hügel; nämlich die Sehnervenfasern. In der Frage nach der Endausbreitung der letzteren haben ganz besonders die Experimente von Gudden's Aufschluss gebracht; die Resultate derselben müssen hier schon desshalb erwähnt werden, weil dieselben die betreffenden Verhältnisse des Maulwurfs theils erklären, theils durch sie ergänzt werden. Nach Enucleation eines Bulbus oculi beim neugeborenen Kaninchen fand sich stets auf der entgegengesetzten Seite eine Verkleinerung des lateralen Kniehöckers, der hinteren Partie des Sehhügels und besonders augenfällig des vorderen Zweihügels. Der mediale Kniehöcker war nicht verkleinert.

Dem gegenüber lassen sich die Resultate meiner Untersuchungen am Maulwurf in folgenden Punkten zusammenfassen:

1) Der laterale Kniehöcker sammt dem für ihn charakteristischen Faserzug ist zwar vorhanden, aber außerordentlich klein. Es liegt nichts näher als dies im Parallelismus mit dem oben mitgetheilten

Versuchsresultat auf den rudimentären Gesichtssinn des Maulwurfs zurückzuführen. Der Umstand, dass es nicht gelungen ist, unzweifelhafte Sehnervenfasern in den lateralen Kniehöcker zu verfolgen, spricht nicht gegen diese Annahme, weil jene Fasern nicht von den übrigen Elementen des Tractus opticus zu unterscheiden sind.

2) Der hinterste Theil des Tractus opticus ist im Verhältnis zu Thieren mit gut entwickeltem Gesichtssinn außerordentlich schwach, obschon ich alle die Bestandtheile darin nachzuweisen vermochte, welche bei jenen Thieren den Tractus opticus zusammensetzen; dieses Verhältnis muss nothwendigerweise in erster Linie auf die Verkümmerung der Sehnerven, in zweiter Linie auf die Kleinheit des lateralen Kniehöckers zurückgeführt werden.

3) Die Untersuchung des Maulwurfs hat mir keinen Anhaltspunkt geliefert, welcher den hinteren Theil des Thalamus als Opticuscentrum anzusprechen zwingen würde: es hat einerseits unentschieden bleiben müssen, ob mit der Commissura infer. auch Sehnervenfasern in den Thalamus eindringen und andererseits vermochte ich die Kleinheit des letzteren nicht auf die hintere Partie zu lokalisiren. Für diese Frage muss wohl das Experiment allein als maßgebend angesehen werden.

4) Seitens des Corpus geniculat. mediale ist eine Betheiligung an der Bildung des Tractus opticus erwiesen: dagegen erscheint dasselbe nach den Ergebnissen der Experimente und wegen seiner mächtigen Entwicklung beim Maulwurf unabhängig von der Retina. Man wird desshalb annehmen müssen, dass von den Fasern, welche aus dem Tractus opticus in dasselbe eindringen, nur solche darin endigen, welche aus der Commissura infer. oder dem Hirnschenkelfuß stammen, dass aber vielleicht Sehnervenfasern dasselbe passiren, ohne eine Unterbrechung durch Zellen zu erleiden.

Dem Bedürfnis nach einer kurzen Übersicht über die einzelnen Bestandtheile des Tractus opticus und deren (zum Theil nur muthmaßliches) Ende glaube ich am besten durch folgende Eintheilung zu genügen, welche überdies für die spätere Beschreibung des vorderen Zweihügels sich als zweckmäßig erweisen wird:

I. Vor dem vorderen Zweihügel endigen:
   a) Sehnervenfasern (im hinteren Theil des Thalamus und im Corpus geniculat. laterale),
   b) Fasern der Commissura infer. (im Thalamus und den Kniehöckern).
   c) Fasern aus dem Hirnschenkelfuß (in beiden Kniehöckern).

II. In den vorderen Zweihügel gelangen:

a) die meisten Sehnervenfasern,
b) Fasern aus beiden Kniehöckern,
c) Fasern aus dem Hirnschenkelfuß und
d) Fasern aus dem Stratum zonale thalami opt.

VII. Vorderer Zweihügel.

Für das Studium des vorderen Zweihügels habe ich das Gehirn der Feldmaus ganz besonders instruktiv gefunden und nehme es desshalb zum Ausgangspunkt für die Beschreibung dieses Theiles.

Das Gesammthirn der Feldmaus ist viel kleiner als das des Maulwurfs, gleichwohl sind die vorderen Zweihügel bei mäßig entwickelten Sehnerven fast so groß, wie bei diesem.

Ein Frontalschnitt, etwa durch die Mitte eines mit Osmiumsäure behandelten Zweihügelpaares (Fig. 27) zeigt, dass dieselben aus über einander gelagerten Schichten bestehen, welche abwechselnd aus vorwiegend grauer und weißer Substanz gebildet sind. In diesem Sinn giebt es drei Faserschichten: eine oberflächliche, eine mittlere — diese beiden mit sagittalem Verlauf — und eine tiefe mit transversalem Verlauf ihrer Elemente; die oberflächliche ist bedeckt von einer Lage grauer Substanz, dem oberflächlichen Grau, und eine solche scheidet auch die oberflächliche und mittlere Markschicht — als mittleres Grau; die tiefe Faserschicht endlich grenzt ventral unmittelbar an das röhrenförmige, oder tiefe Grau. Folgendes wären also von außen nach innen gezählt die Schichten der vorderen Zweihügel der Feldmaus:

1) oberflächliches Grau,
2) oberflächliches Mark,
3) mittleres Grau,
4) mittleres Mark,
5) tiefes Mark und
6) tiefes, oder röhrenförmiges Grau.

Verfolge ich die Faserschichten nach vorn, so finde ich, dass die oberflächliche hervorgeht aus dem Tractus opticus, die mittlere aus jener Fasermasse, welche ich als einen Fortsatz der inneren Kapsel beschrieben habe, welcher die Gitterschicht in sagittaler Richtung durchbricht, Radiärfasern an den hinteren Thalamuskern abgiebt und mit seinem Rest in den vorderen Zweihügel eingeht: die

tiefe Faserlage endlich hängt vorn kontinuirlich mit der hinteren Kommissur zusammen.

Offenbar stehen die drei Faserschichten in einer gewissen Abhängigkeit von einander, dergestalt, dass man annehmen muss, die Elemente der einen gehen aus der anderen vielleicht unter Vermittlung von Zellen hervor: man sieht nämlich, dass aus dem oberflächlichen Mark eine Menge Nervenröhren feineren Kalibers hervorgehen und durch das mittlere Grau ziehend in die mittlere Markschicht gelangen; sie verlaufen so zerstreut, dass dem von ihnen passirten Feld trotz seines gemischten Charakters doch ein entschieden graues Aussehen bleibt.

Aus der mittleren Faserschicht hinwiederum sieht man eine Menge von Nervenröhren in die tiefe übergehen; dieser Übergang, so wie der Faserverlauf des tiefen Markes ist zu komplicirt, als dass er sich mit wenigen Worten besprechen ließe: es soll dies bei der Beschreibung des Maulwurfs geschehen.

Vergleiche ich mit dem nur in wenigen Umrissen gezeichneten Bild von der Struktur des vorderen Hügels der Maus Frontalschnitte durch dasselbe Organ des Maulwurfs, so finde ich Ähnlichkeiten und Differenzen von der größten Bedeutung.

Auch beim Maulwurf (Fig. 26) sind drei über einander liegende Faserschichten vorhanden, aber die oberflächliche ist so hochgradig atrophisch, dass, um sie mit Sicherheit nachzuweisen, man nothwendig Osmiumsäure anwenden muss; da sieht man dann wie die Fasern, welche ich im vorigen Kapitel als hintersten Theil des Tractus opticus beschrieben habe (Fig. 24, 25, 26 *o. M.*), über die Oberfläche des Corpus geniculat. mediale und im Boden jener Furche, welche dasselbe vom Zweihügel trennt, quer hinüberlaufen, und in der grauen Substanz des letzteren noch eine Strecke weit sich verfolgen lassen. Zweierlei ist dabei zu bemerken:

1) Diese Fasern zeigen abweichend von dem Verhalten bei der Maus einen vorzugsweise transversalen Verlauf, dies erklärt sich theils aus der relativen Lage des Tractus opticus und Corpus geniculat. mediale, welches mit seiner hinteren Circumferenz bis zur Mitte der Zweihügellänge reicht, theils aus der geringen Anzahl der Fasern, welche den hintersten Theil des Tractus opticus konstituiren. Dieser letztere Umstand bringt es mit sich, dass die Fasern meist sehr bald, nachdem sie in den Zweihügel gelangt sind, vermuthlich auch den Ort ihrer Endigung erreicht haben und nicht erst, um zu

demselben zu gelangen, umbiegen und wie bei der Maus sagittal nach hinten ziehen müssen.

Ich muss übrigens bemerken, dass, wenn auch absolut der Fasern des oberflächlichen Markes wenige sind, sie doch sich als viel zu zahlreich erweisen, um sich allein aus den dürftigen Nervi optici ableiten zu lassen. Gerade die relative Menge dieser Fasern war für mich ein zwingender Grund, nach ihrer Herkunft zu forschen, bis mir die komplicirte Zusammensetzung des Tractus opticus das Räthsel löste.

2) Das oberflächliche Grau des Maulwurfs bildet keine getrennte Lage: es ist nicht zu scheiden vom mittleren Grau. Der Grund auch dieser Erscheinung liegt in der Faserzahl des oberflächlichen Markes, welche viel zu klein ist, um gegen das mittlere Grau eine Grenze zu bilden. Die ganzen so vereinigten zwei grauen Schichten mit Einschluss des oberflächlichen Markes haben in der Richtung eines vom First des Aquaeductus Sylvii zur Kugeloberfläche des Zweihügels gezogenen Radius eine Dicke von 0,400 mm.

Sie enthalten eine große Menge unansehnlicher sternförmiger Zellen neben den nirgends fehlenden blasenförmigen; diese Elemente liegen in stark mit Karmin imbibirbarem Gewebe, welches an Bindesubstanz sehr reich zu sein scheint.

Wenn sich auch durch Verfolgung einer Frontalschnittreihe der Ursprung des oberflächlichen Markes aus dem Tractus opticus überzeugend nachweisen lässt, so ist es doch außerordentlich werthvoll, dies experimentell bestätigt zu sehen. Es wurde bereits gesagt, dass nach Enucleation eines Auges von einem neugeborenen Kaninchen eine makroskopisch auffällige Atrophie des vorderen Zweihügels eintritt. Diese beschränkt sich, wie Schnitte ausweisen, auf das oberflächliche Mark und das oberflächliche Grau. Jenes besteht beim Kaninchen in seinem prägnantesten Theil aus dicken Fasern, wie der Nervus opticus; sie bilden im Frontalschnitt einen sogleich auffallenden, mit der Wölbung des Zweihügels koncentrischen Bogen, welcher gleich unter der grauen Oberfläche gelegen ist. Beim einseitig geblendeten Thierchen fehlen in der oberflächlichen Faserschicht des entgegengesetzten vorderen Zweihügels alle diese dicken Fasern; sie können demgemäß nichts Anderes als Opticusfasern sein, — außer diesen höchstens noch Fasern, über deren problematischen Charakter sich nichts sagen ließe, als dass sie vom Nerv. opticus abhängig wären. Eine gleichmäßige Dickenabnahme des oberflächlichen Grau beweist dessen Zugehörigkeit zu den Sehnervenfasern.

Verfolgt man das oberflächliche Mark an Osmiumpräparaten der Maus von vorn nach hinten, so sieht man dasselbe konstant abnehmen, so jedoch, dass gerade vor dem hinteren Zweihügel noch ein kleiner Rest desselben vorhanden ist, welcher sich dem Arm des hinteren Hügels anschließt und mit demselben zu diesem Ganglion zu verlaufen scheint. Ob in diesem Rest noch eigentliche Sehnervenfasern enthalten sind, vermag ich nicht zu sagen, doch möchte ich es nicht annehmen wegen des für den hinteren Zweihügel negativen Ergebnisses des Experimentes.

Das mittlere Mark ist beim Maulwurf fast schöner zu sehen, als bei der Maus; in Frontalschnitten als eine Menge von quergetroffenen größeren und kleineren Bündeln, welche eine mit der Oberfläche des Hügels koncentrische Lage von ungefähr 0,400 mm bilden; ventral grenzt sie unmittelbar an das tiefe Mark, medial reicht sie fast bis zur Mittellinie, lateral bleibt sie in geringer Entfernung vom Arm des hinteren Zweihügels. In Sagittalschnitten sieht man die Bündel dieser Schicht, mehrere über einander, den vorderen Zweihügel seiner ganzen Länge nach durchziehen; nach hinten zu werden sie immer kleiner, die ganze Schicht immer dürftiger an Fasern und es scheint, dass von denselben keine bis in den hinteren Zweihügel gelangt.

Gewinnt man an Osmiumpräparaten die Meinung, als ob diese Schicht rein faserig sei, so überzeugt man sich beim ersten Anblick eines Karminpräparates, dass sie von außerordentlich vielen Zellen bevölkert ist, welche überall zwischen den Bündeln liegen: ich sehe hier zwei ganz verschiedene Zellformen, die einen sind schlank, pyramidenförmig, mit einem Querdurchmesser von nur 5—10 μ, die anderen sind von entschieden motorischem Typus, sternförmig und erreichen den für den Maulwurf ganz ungewöhnlich großen Querdurchmesser von 25—30 μ. Die ersteren sind außerordentlich zahlreich und stehen radienförmig, die Spitze gegen die Oberfläche, die Basis gegen das tiefe Mark gerichtet, was man gerade an Sagittalschnitten gut sieht; die großen Zellen dagegen sind ziemlich vereinzelt und unregelmäßig eingestreut, so dass man sie im einzelnen Schnitt zählen kann; doch ist es schwer, von ihrer Menge einen richtigen Begriff zu bekommen, da sie sich nur schwach mit Karmin färben. Beide Zellentypen finde ich auch beim Kaninchen.

Der Ursprung des mittleren Markes aus dem Fortsatz, welchen die innere Kapsel nach hinten sendet (* Fig. 22, 23, 24), lässt sich an einer Reihe von Frontalschnitten besonders dann leicht nachweisen,

wenn die Präparate in einer nach hinten geneigten Frontalebene angelegt sind; diese entspricht dem Verlauf der Fasern an der Übergangsstelle. Man sieht, wenn man eine solche Reihe von vorn nach hinten verfolgt, das mittlere Mark so lange an Masse zunehmen, bis der ganze lateral vom Pes pedunculi gelegene Fortsatz der inneren Kapsel in den Zweihügel übergetreten ist, erst von da an nimmt derselbe, wie oben beschrieben, konstant ab.

Das denkbar günstigste Objekt, um den Ursprung des mittleren Markes aus der inneren Kapsel nachzuweisen, bietet eine unserer einheimischen Fledermäuse. Hier braucht man keine Reihe zu verfolgen, sondern in einem einzigen Frontalschnitt (Fig. 28), wofern die Ebene desselben nur ein wenig nach hinten geneigt ist, übersieht man den ganzen Verlauf dieses Bündels, wie es aus dem Querschnitt der innern Kapsel hervortritt, durch die laterale Partie des Sehhügels und am medialen Kniehöcker vorbei nach hinten geht und in direktem Zuge den vorderen Zweihügel seiner ganzen Länge nach durchzieht; dabei handelt es sich nicht um wenige, schwer nachweisbare Fäserchen, sondern um ein kräftiges Bündel, welches in Osmiumpräparaten sehr deutlich hervortritt; der Anblick ist unmittelbar überzeugend. So sehr ich auch von dem Ursprung des mittleren Markes in der inneren Kapsel überzeugt bin, so halte ich mich doch nicht für berechtigt, auf Grund rein anatomischer Untersuchungen das mittlere Mark ausschließlich aus Fasern dieser Herkunft abzuleiten. Ich erinnere daran, dass ich oben davon gesprochen habe, wie wenig der Fortsatz, welchen die innere Kapsel durch die Substantia reticularis des Sehhügels nach hinten sendet, von der Lamina medullaris externa und von der Zona incerta abgegrenzt sei. Es wäre leicht möglich, dass sich Fasern aus dem Sehhügel oder den Kniehöckern demselben auf diesem Wege anschlössen, welche sich der Kontrolle völlig entziehen würden.

Das tiefe Mark bildet (Fig. 26 und 27) in der Mittellinie eine exquisite Kreuzung: man muss aber, um sie zu sehen, Osmiumpräparate untersuchen. Die Kreuzung geht in den vordersten Ebenen, etwa im Bereiche der hinteren Kommissur in Bündeln vor sich; der Weg, welchen dieselben zurücklegen, führt von einem dorsal und hinten gelegenen Punkte der einen Seite, zu einem ventral und vorn gelegenen der anderen; dabei scheinen die Bündel gerade in und neben der Mittellinie eine ganz jähe Knickung zu erleiden.

Weiter hinten, fast im ganzen vorderen Zweihügel, ist die Kreuzung eine gleichmäßige und verläuft mehr innerhalb einer Querebene.

Für die Frage nach der Herkunft der tiefen Markfasern sind Osmiumpräparate ganz unentbehrlich: man sieht darin die Fasern ganz deutlich, wie sie einzeln aber in großer Zahl zwischen den Bündeln des mittleren Markes hervorkommen und kann in jedem gelungenen Präparat viele in continuo nicht nur bis in das tiefe Mark, sondern bis auf die andere Seite verfolgen; das letztere gelingt ganz besonders im dorsalen Theil der Kreuzung, welcher nicht so kompakt ist, wie der ventrale. Der Umstand, dass die Fasern, bevor sie zu ihrer Schicht gelangen, so zerstreut verlaufen, und gerade da, wo massenhaft Zellen liegen, lässt sie in Karminpräparaten nicht zur Beobachtung kommen.

In der Mittellinie ist das tiefe Mark fast überall weniger als 0,200 mm dick; lateralwärts dagegen wird es immer breiter und erreicht zuletzt eine Mächtigkeit von 0,900 mm. Dies geschieht einmal dadurch, dass die gekreuzten Fasern sich lateralwärts fächerförmig ausbreiten, vor Allem aber dadurch, dass eine enorme Menge ungekreuzter Fasern sich ihnen zugesellen. Der Verlauf dieser ist ein höchst eigenthümlicher. Sie entstehen nämlich im ganzen Bereich des mittleren Markes, verlaufen im Sinne von Radien[1] senkrecht in das tiefe Mark hinein bis zur Grenze des röhrenförmigen Grau, biegen hier plötzlich um und gehen nun auch in den transversal-bogenförmigen Verlauf aller anderen über[2]. So besteht also die tiefe Faserschicht theils aus gekreuzten theils aus ungekreuzten Elementen.

Über den weiteren Weg der tiefen Markfasern habe ich an Osmiumpräparaten Folgendes gesehen.

Ein Theil der ungekreuzten Fasern scheint, nachdem er an die Grenze des röhrenförmigen Grau gelangt ist, ventralwärts und etwas nach hinten zu ziehen, schlängelt sich in einem nach außen konvexen Bogen zwischen den Längsfasern der Haube durch und bildet ventral vom hinteren Längsbündel die sogenannte »fontainenartige Haubenkreuzung[3]«.

---

[1] Meynert a. a. O. II. pag. 749 hat diese radiären Fasern gesehen, aber für Verbindungen des Opticusursprunges mit den Kernen der Augenbewegungsnerven erklärt; aus dem Verlauf, wie ich ihn oben und im Folgenden beschreibe, geht die Unmöglichkeit dieser Verbindung hervor. Tartuferi (a. a. O. p. 33) hat diese Fasern richtig beschrieben.

[2] Vgl. unten: fontainenartige Haubenkreuzung.

[3] Vgl. Forel a. a. O. II. pag. 443.

Über das Schicksal aller anderen Fasern mit Ausnahme der sog. hinteren Kommissur) lässt sich nur mit einer gewissen Wahrscheinlichkeit urtheilen; sie trennen sich in zwei Gruppen, indem sie theils in den Fuß des Hirnschenkels übergehen, theils die »obere Schleife« formiren. Dabei ziehen sie in einem nach außen konvexen Bogen, am Arm des hinteren Zweihügels und am Corpus geniculat. mediale vorbei ventralwärts, kreuzen einander und durchstreichen das Markfeld, welches ich als mediale Grenze des Corpus geniculat. mediale beschrieben habe; dadurch wird diese Gegend in der vorderen Hälfte des Zweihügels außerordentlich verworren und jede Faserverfolgung problematisch; klarer ist der Verlauf in der hinteren Hälfte des Zweihügels und namentlich die obere Schleife ist hier recht deutlich zu sehen; ich finde, dass sie beim Maulwurf eine ansehnliche Fasermasse repräsentirt.

Ich kann endlich weder behaupten noch in Abrede stellen, dass ein Theil des tiefen Markes in den Arm des hinteren Zweihügels gelangt.

Ein abweichender Verlauf scheint den Fasern der hinteren Kommissur eigen zu sein. Man kann sie am weitesten in die Haube hinein verfolgen, wenn man Schnitte benutzt, welche in nach hinten geneigter Frontalebene angelegt sind; dies beweist mir, dass sie nach vorn streben und ist für mich das einzige Kriterium, um die sog. hintere Kommissur von dem tiefen Mark im engeren Sinne zu scheiden. Wohin schließlich die Fasern derselben in der Haube gelangen, vermag ich nicht zu sagen.

Die Frage nach der Herkunft der tiefen Markfasern ist nicht beantwortet mit dem Nachweis, dass sie in der mittleren Schicht entstehen; es fragt sich immer noch: gehen sie durch Umbiegung aus den Elementen dieser hervor oder entstehen sie innerhalb derselben neu. Die Möglichkeit wäre für das Letztere in reichem Maße gegeben durch die große Menge der in die mittlere Faserschicht eingestreuten Zellen. Es lassen sich außerdem für diese Art des Ursprungs zwei gewichtige Punkte geltend machen:

1) Die Zahl der gekreuzten und ungekreuzten Fasern der tiefen Schicht ist so groß, dass sie unmöglich als die einfache Fortsetzung des mittleren Markes angesehen werden können, und
2) das Kaliber der tiefen Markfasern ist im Allgemeinen, obwohl auch dünne Röhren unter ihnen vorkommen, ein viel stärkeres, als das der mittleren.

Die tiefe Faserschicht ist eben so wenig rein markig, wie die mittlere; sie enthält eine große Menge von Zellen, welche den kleinen Elementen der letzteren an Gestalt und Größe ähnlich sind.

Der einfachen Beschreibung dessen, was man bei der Untersuchung von Osmiumpräparaten leicht wird konstatiren können, habe ich über die Bedeutung der drei Markschichten Weniges hinzuzufügen.

Ich betrachte es als ganz außer Zweifel gestellt, dass ein beträchtlicher Theil der Sehnervenfasern im vorderen Zweihügel ein vorläufiges Ende findet. Das ist aber auch Alles, was man über die physiologische Bedeutung des oberflächlichen Markes sagen kann und erschöpft dieselbe ganz gewiss nicht, wenn man die vielen anderweitigen Bestandtheile dieser Schicht in Betracht zieht.

Als ich das mittlere Mark als solches zuerst bei der Maus erkannt und von seiner Abkunft aus der inneren Kapsel mich überzeugt hatte, glaubte ich diejenige Bahn gefunden zu haben, welche das primäre Opticuscentrum mit der Großhirnrinde, dem Organ der bewussten Vorstellungen, verknüpfe. Ich war um so mehr zu dieser Annahme geneigt, als sich neben dem gleichmäßigen Anwachsen der oberflächlichen und mittleren Markschicht von hinten nach vorn ein beständiger Übergang von Nervenröhren aus der ersteren in die letztere nachweisen ließ.

Der Befund am Gehirn des Maulwurfs, dessen mittlere Markschicht trotz des rudimentären Gesichtssinnes mächtig entwickelt ist, nöthigte mich, diese Annahme zwar nicht ganz aufzugeben, aber doch bedeutend einzuschränken, so dass ich nunmehr sagen muss: wenn die mittlere Markschicht überhaupt centrale Projektionsfasern des Gesichtssinnes führt, so sind diese jedenfalls nicht die ausschließlichen Bestandtheile derselben. Es ließe sich denken, dass das mittlere Mark eine gemischte Bahn wäre, welche bei Gesichtsthieren außer den centralen Opticusfasern noch andere Elemente führte, welch letztere gerade bei Thieren mit rudimentärem Gesichtssinn die Mehrzahl bildeten; man könnte denken, dass sie ein um so größeres Übergewicht erlangen würden, je mehr bei solchen Thieren an Stelle des rudimentären Gesichtes ein anderer Sinn zu mächtigerer Entwicklung gelangen würde. Doch dies sind nur Muthmaßungen.

Sie sind aber von wesentlicher Bedeutung für die Auffassung des tiefen Markes. Der Schluss, dass das letztere, weil es beim Maulwurf mächtig entwickelt ist, desshalb als vom Gesichtssinn ganz

unabhängig betrachtet werden müsse, ist eben so wenig berechtigt, wie der gleiche Schluss bezüglich des mittleren Markes. So lange die Bedeutung des letzteren bei den verschiedenen Thieren nicht erkannt ist, wird es nicht möglich sein, über den Charakter des tiefen Markes ein Urtheil zu gewinnen, es sei denn durch Experimente.

Die Darstellung, welche ich im Vorstehenden von der Anatomie des vorderen Zweihügels gegeben habe, weicht in wesentlichen Punkten von den Untersuchungen von TARTUFERI[1] ab. Ich werde hier nur die hauptsächlichsten Differenzpunkte berühren.

Nach TARTUFERI enthält der vordere Zweihügel aller Säuger (auch des Maulwurfs) folgende Schichten:

1) Fibrille periferiche,
2) Cappa cinerea,
3) Strato bianco-cinereo superficiale,
4) Strato bianco-cinereo profondo,
5) Grigio centrale, o dell' Acquedotto dell' Silvio.

Von der Existenz zonaler Fasern (Fibrille periferiche) habe ich mich beim Maulwurf und der Maus trotz eifrigen Suchens mit starken Linsensystemen nicht überzeugen können. Ich lasse daher diese Schicht bei der Aufstellung meines Schemas außer Berücksichtigung[2].

Was TARTUFERI als Strato bianco-cinereo superficiale bezeichnet, umfasst: das oberflächliche Mark, das mittlere Grau und das mittlere Mark meines Schemas. TARTUFERI hat, wie aus seiner Abbildung[3] hervorgeht, die verschiedenen Schichten seines Strato bianco-cinereo superficiale beim Affen und anderen Thieren wohl gesehen; aber obwohl es, wie ein Blick auf jene Abbildung lehrt, außerordentlich nahe liegt, sie wegen ihrer Lagerung und des verschiedenen (von TARTUFERI übrigens, wie es scheint, nicht erkannten) Faserursprunges, von einander zu trennen, so thut TARTUFERI dies auffallenderweise nicht. Er verfällt dadurch verschiedenen Konsequenzen, welche ich als nicht richtig bezeichnen muss:

1) er identificirt die mittlere Markschicht des Maulwurfs mit seinem Strato bianco-cinereo superficiale anderer Säuger, während sie in der That nur der tieferen Lage des letzteren entspricht. Da er aber sein ganzes Strato bianco-cinereo superficiale aus dem

---

[1] a. a. O. I.

[2] Es ist mir aus eigener Untersuchung wohl bekannt, dass bei höheren Säugern, von welchen ich speciell die Katze studirte, der vordere Zweihügel eine Gürtelschicht markhaltiger Nervenfasern besitzt, die nicht leicht zu übersehen ist.

[3] a. a. O. II.

Tractus opticus ableitet, sieht er sich[1] vor die schwierige Frage gestellt, ob dasselbe beim Maulwurf auf die gleiche Weise entstehe. eine Frage, welche, so viel ich sehe, von ihm unbeantwortet gelassen wird. Der große Kontrast zwischen der Mächtigkeit der mittleren Markschicht und den winzigen Sehnerven des Maulwurfs konnte ihm natürlich nicht entgehen.

2) Die eigentliche aus dem Tractus opticus stammende Faserschicht hat Tartuferi allem Anschein nach zu seinen Fibrille periferiche gerechnet, welche er aus dem Tractus opticus abzuleiten nicht sehr geneigt ist.

3) Indem Tartuferi die oberflächliche graue Substanz des Maulwurfs für homolog erklärt mit dem oberflächlichen Grau (Cappa cinerea Tartuferi) anderer (Gesichts-)Thiere, verfällt er in denselben Fehler, welchen er[2] Forel zum Vorwurf macht: er wirft das mittlere Grau, welches er freilich nicht als eigene Schicht annimmt. zusammen mit dem oberflächlichen Grau. Wenn man nicht die Atrophie des oberflächlichen Grau ignoriren will, welche von Gudden durch Enucleirung eines Auges beim Kaninchen zu erzeugen vermochte. so muss man annehmen, dass beim Maulwurf in Wirklichkeit »das oberflächliche Grau« außerordentlich dürftig entwickelt ist und dass der graue Überzug seines vorderen Zweihügels zum großen Theil als »mittleres Grau« betrachtet werden muss, welches wegen der Schwäche des Tractus opticus vom oberflächlichen nicht geschieden ist (vgl. oben pag. 712).

VIII. Das centrale Höhlengrau.

Das centrale Höhlengrau richtet sich in seiner Konfiguration nach der Gestalt der Hohlräume, welche es auskleidet: am komplicirtesten ist es in der Gegend des Sehhügels, bei dessen Beschreibung es bereits kurz besprochen wurde, — am einfachsten in der Gegend des vorderen Zweihügels; es wird hier dorsal und lateral vom »tiefen Mark«, ventral vom hinteren Längsbündel und von den Längsfasern der Haube begrenzt. In seiner lateralen Partie gerade an der Grenze gegen das tiefe Mark enthält es die großen Zellen der sogenannten absteigenden Trigeminuswurzel und die zugehörigen Fasern.

Die Zellen des centralen Grau sind theils eckig, unscheinbar klein. theils blasenförmig; von den letzteren findet man gerade hier die schönsten Exemplare: übrigens ist es nirgend wo so schwer. über

[1] a. a. O. I. pag. 11. [2] a. a. O. I. pag. 37.

den bindegewebigen oder nervösen Charakter der Zellen eine Ansicht zu gewinnen, wie hier.

Abgesehen von jenen ziemlich dicken, markhaltigen Fasern, welche das centrale Grau bloß passiren (vordere Kreuzung der Regio subthalamica, Kommissur der hinteren Thalamuskerne, Fasern aus der inneren Kapsel zur Taenia thal. opt. der anderen Seite), enthält es eine Masse von Nervenfasern, welche mit den Zellen aufs innigste gemischt sind und mit denselben jedenfalls in Zusammenhang stehen; diejenigen, welche in das Ganglion habenulae eintreten, erwähne ich hier nur. Wenn sie überhaupt Markscheiden haben, was ich bezweifle, so sind dieselben außerordentlich dünn; sowohl dadurch, wie durch den zerstreuten Verlauf entziehen sie sich jeder genaueren Untersuchung. Nur über folgende zwei Faserzüge vermag ich Einiges anzugeben:

Beim Maulwurf finde ich innerhalb des Grau, welches in fast vertikalem Abfall die hintere Wand (Fig. 7) des dritten Ventrikels bildet, Fasern in ventral-dorsaler Richtung bis zum tiefen Mark des vorderen Hügels verlaufen, hier umbiegen und als Bündel nach hinten ziehen; was aus ihnen schließlich wird, weiß ich nicht.

Viel wichtiger als dieses Bündel sind Fasern, welche ich im Bereich des vorderen Zweihügels der Maus (Fig. 27 *x*) nachgewiesen habe. An Osmiumpräparaten sehe ich aus der mittleren, der inneren Kapsel entstammenden Markschicht zu beiden Seiten der Mittellinie markhaltige Nervenfasern hervorkommen, radiär durch das tiefe Mark hindurchsetzen und sich im dorsalsten Theil des röhrenförmigen Grau als kompakte Bündel ansammeln. Diese zwei Bündel, in den vordersten Ebenen des Zweihügels bereits nachweisbar, werden nach hinten unter stetem Faserzufluss immer stärker. Kurz bevor der Kern des Nervus oculomotorius in die Schnittebene tritt, ziehen sie an der Seite des Aquaeductus schräg ventralwärts, gelangen auf diese Weise seitlich unmittelbar neben den Nervenkern und schicken allem Anschein nach Fasern in denselben hinein: dies letztere dauert bis in die hintersten Schnitte durch den Kern des Nervus trochlearis fort. Hinter dieser Gegend sieht man im dorsalen Theile des Grau den sehr verkleinerten Rest des Bündels; wenn sich das, was nach rein anatomischen Untersuchungen der Fall zu sein scheint, experimentell bestätigen sollte, so wäre dies eine theoretisch zu postulirende psychomotorische Bahn für die Augenbewegungsnerven.

Beim Maulwurf finde ich dieses Bündel nicht: seine Augenbewegungsnerven fehlen, die entsprechenden Kerne sind ganz atrophisch. Fast durch den ganzen vorderen Zweihügel hindurch sieht man im ventralen Theil des röhrenförmigen Grau an der Stelle jener Kerne die gewöhnlichen Zellen dieser Substanz in einem stark gerötheten Gewebe: das Ganze bietet den Anblick, wie ein bei einem erwachsenen Thier zur Atrophie gebrachter Nervenkern; es scheint jene Stelle sehr reich an Bindegewebe.

Die Oberfläche des centralen Höhlengrau ist überall bekleidet mit einer einfachen Lage kegelförmiger Flimmerepithelzellen, welche mit fadenförmigen Fortsätzen tief ins Gewebe eindringen. Von ihrer lebhaften Flimmerthätigkeit habe ich mich an frischen Präparaten überzeugt.

München, im April 1881.

Erklärung der Abbildungen.

Tafel XXVIII—XXXII.

Fig. 1. Dorsalansicht des Gehirnes und verlängerten Markes eines Maulwurfs, zweimal vergrößert.

Fig. 2. Ventralansicht derselben Objekte, zweimal vergrößert.

Fig. 3. Ansicht des Gehirnes nach Abtragung der Hemisphären und Eröffnung der Seitenventrikel, zweimal vergrößert.

Fig. 4. Ansicht desselben nach Entfernung der Hemisphären, der Ammonshörner, des Gewölbes und der durchsichtigen Scheidewand, zweimal vergrößert.

Fig. 5. Seitenansicht des Gehirns und verlängerten Markes nach Abtragung des hinteren Theiles der rechten Hemisphäre, $3^1/_2$mal vergrößert.

Fig. 6. Ansicht der Zweihügel, der Rautengrube und des hinteren Randes der Hemisphären, die letzteren aus ihrer natürlichen Lage nach vorn gedrängt, — das Kleinhirn entfernt —, $3^1/_2$ mal vergrößert.

Fig. 7. Schematische Abbildung eines der sagittalen Hauptebene des Gehirns und verlängerten Markes entsprechenden Schnittes vom Maulwurf.

Fig. 8. Schnitt durch ein Ammonshorn vom Maulwurf senkrecht zur Oberfläche (der Faserverlauf theilweise nach Goldpräparaten vom Kaninchen), etwa 20mal vergrößert.

Fig. 9—21 incl. Frontalschnitte aus einer lückenlosen Reihe vom Maulwurf, viermal vergrößert.

Fig. 22—26 incl. Frontalschnitte aus einer lückenlosen Reihe vom Zwischen- und Mittelhirn des Maulwurfs, 12mal vergrößert.
Fig. 27. Frontalschnitt durch den vorderen Zweihügel der Feldmaus (Osmiumpräparat), 12mal vergrößert.
Fig. 28. Schrägschnitt durch das Gehirn einer kleinen Fledermaus, 6mal vergrößert.
Fig. 29. Sagittalschnitt aus einer lückenlosen Reihe vom Maulwurf, 6mal vergrößert.
Fig. 30. Horizontalschnitt aus einer lückenlosen Reihe vom Maulwurf, 4mal vergrößert.
Fig. 31. Horizontalschnitt aus derselben Reihe wie Fig. 30, etwas ventraler als diese, viermal vergrößert.
Fig. 32, 33, 34. Frontalschnitt durch die Sehnerven und das Chiasma Nn. optic. des Maulwurfs, aus einer Reihe von Osmiumpräparaten, ungefähr 40mal vergrößert.
Fig. 35. Horizontalschnitt durch das Chiasma des Maulwurfs, Osmiumpräparat, ungefähr 40mal vergrößert.
Fig. 36. Deiters'sche Bindegewebszelle aus der Großhirnrinde des Kaninchens, nach Maceration in verdünnter Chromsäure durch Zupfen isolirt; Vergrößerung Seibert System. VI. Ocular 1.
Fig. 37. Große Pyramidenzelle aus der Großhirnrinde des Kaninchens; der Achsencylinderfortsatz nimmt nach längerem Verlauf einen Marküberzug an; nach Maceration in verdünnter Chromsäure durch Zupfen isolirt; Vergrößerung Seibert System VI. Ocular 1.
Fig. 38. Pyramidenförmige Zellen aus der Körnerschicht der Fascia dentata vom Maulwurf; *c* mit einem fadenförmigen Fortsatz. Vergrößerung Seibert Syst. VI. Ocular 1.
Fig. 39. Sternförmige Zellen aus dem Corpus striatum des Maulwurfs, nach Maceration in verdünnter Chromsäure durch Zupfen isolirt; Vergrößerung Seibert Syst. VI. Ocular 1.

Durchgehende Bezeichnungen in den Figuren 1—35.

ad. aqd. Sylv. Aditus ad aquaeductum Sylvii.
al. Alveus, Muldenblatt des Ammonshornes.
BA. Bindearm des Kleinhirns.
Bdcomm. d. IV. V. Bodenkommissur des IV. Ventrikels.
BL. basales Längsbündel.
B. L. k. Kern des basalen Längsbündels.
BrA. Brückenarm.
br. p. Arm des hinteren Zweihügels.
bulb. ol. Bulbus olfactorius.
c. a. Commissura anterior.
c. big. ant. Corpus bigeminum anticum.
c. big. post. Corpus bigeminum posticum.
c. c. oberflächliches Grau des vorderen Zweihügels.
c. c. + *m. gr.* oberflächliches und mittleres Grau des vorderen Zweihügels des Maulwurfs, mit einander vereinigt.
c. call. Corpus callosum, Balken.

c. e. Capsula externa.
c. f. Columna fornicis.
c. g. l. Corpus geniculatum laterale.
c. g. m. Corpus geniculatum mediale.
c. gr. centrales Höhlengrau.
Ch. Chiasma.
c. i. Capsula interna.
c. L. Corpus Luysi.
c. m. Commissura media.
c. mamm. Corpus mammillare.
con. Conarium.
c. p. Commissura posterior.
c. rest. Corpus restiforme
c. trap. Corpus trapezoides.
d. a. Decussatio anterior regionis subthalamicae.
d. f. fontainenartige Haubenkreuzung von MEYNERT.
d. M. dorsale Schicht des Hemisphärenmarkes.
d. p. Decussatio posterior regionis subthalamicae.
d. v. ventrale Haubenkreuzung von FOREL.
f. Fornix.
f. a. s. Fasciculus arcuatus septi.
f. c. Fasciola cinerea.
f. d. Fascia dentata.
fi. Fimbria.
fiss. hipp. Fissura hippocampi.
flocc. Flocculus.
f. M. MEYNERT'sches Bündel.
forc. maj. Forceps major.
forc. min. Forceps minor.
fun. c. Funiculus cuneatus.
fun. gr. Funiculus gracilis.
f. V. VICQ d'AZYR'sches Bündel.
Gf. Grenzfurche des Lobus olfactorius.
g. f. Knie der Fornixsäule.
g. h. Ganglion habenulae.
g. infp. Ganglion infrapedunculare.
g. intp. Ganglion interpedunculare.
g. l. Ganglion laterale des Corpus mamm.
gl. ol. Glomeruli olfactorii.
g. m. Ganglion mediale des Corpus mamm.
g. o. b. Ganglion opticum basale.
gyr. forn. Gyrus fornicatus.
gyr. hipp. Gyrus hippocampi.
h. Habenula.
h. l. hinteres Längsbündel.
K. Schicht der großen Nervenkörper der Fascia dentata.
k. Schicht der kleinen Nervenkörper der Fascia dentata und des Bulbus olfactorius.
l. m. Lamina medullaris s. str.
l. m. f. d. Lamina medullaris fasciae dentatae.

l. m. e. Lamina medullaris externa.
lob. ol. Lobus olfactorius.
l. pr. Lamina profunda cornu ammonis.
l. s. Lamina superficialis cornu ammonis.
M. Mark der Hemisphäre.
m. gr. mittleres Grau des vorderen Zweihügels.
m. M. mittleres Mark des vorderen Zweihügels.
med. obl. Medulla oblongata.
n. a. Nucleus amygdalae.
n. ac. Nervus acusticus.
n. acc. Nervus accessorius.
n. c. Nucleus caudatus.
n. fac. Nervus facialis.
n. gl. Nervus glossopharyngeus.
n. hyp. Nervus hypoglossus.
n. l. Nucleus lenticularis.
$n_1 . l_1$. laterales Glied des Linsenkerns.
$n_2 . l_2$. mediales Glied des Linsenkerns.
n. o. Nervus opticus.
n. vag. Nervus vagus.
n. V. Nervus quintus.
oberf. Mp. oberflächliche Markplatte des Kleinhirns.
oc. Gegend des Oculomotoriuskernes.
o. M. oberflächliches Mark des vorderen Zweihügels.
o. Sch. obere Schleife.
p. c. m. Pedunculus corpor. mammillaris.
p. n. l. Pes nuclei lenticularis.
p. p. Pes pedunculi.
p. R. Stk. Projektionsfasern aus der Rinde des Streifenhügelkopfes.
ps. Psalterium.
pyr. Pyramide.
q. Querfasern zwischen den medialen Ganglien der Corpora mammillaria.
R. Rinde.
r. ads. V. aufsteigende Quintuswurzel.
r. ds. V. absteigende Quintuswurzel.
r. K. rother Kern der Haube.
r. ol. Rami olfactorii.
r. s. Regio subthalamica.
R. Stk. Rinde am Streifenhügelkopfe.
s. Septum lucidum.
s. alb. Stratum album der Hemisphären.
s. alb. pr. Stratum album profundum des Ammonshornes.
s. c. nerv. Stratum corporum nerveorum.
s. lac. Stratum lacunosum.
s. lac. f. d. Stratum lacunosum fasciae dentatae.
s. luc. Stratum lucidum.
s. r. Substantia reticularis des Sehhügels.
s. rad. Stratum radiatum.
s. S. Substantia Soemmeringi.

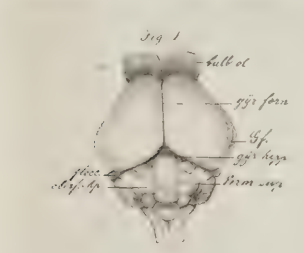


Fig. 1
bulb ol
ggl forn
Gf
ggl hypo
Perm nerv

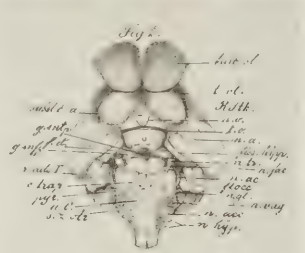


Fig 2.
bulb ol
auditt a
ggl hypo
Gf
Perm nerv

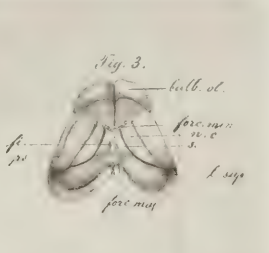


Fig. 3.
bulb. ol.
forc. nerv.
fc. pr.
l. sup
forc. mag

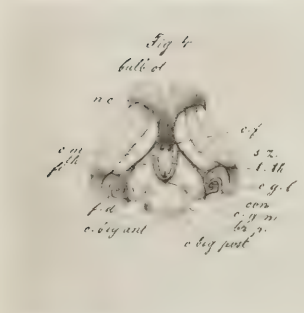


Fig 4.
bulb ol
n c
c. hyg ant
c. hyg post

Fig. 5.
c hyg ant
ggl hypo
ggl forn
c hyg post
Gf
bulb ol

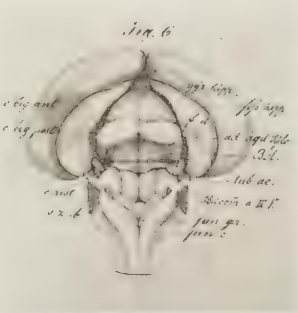
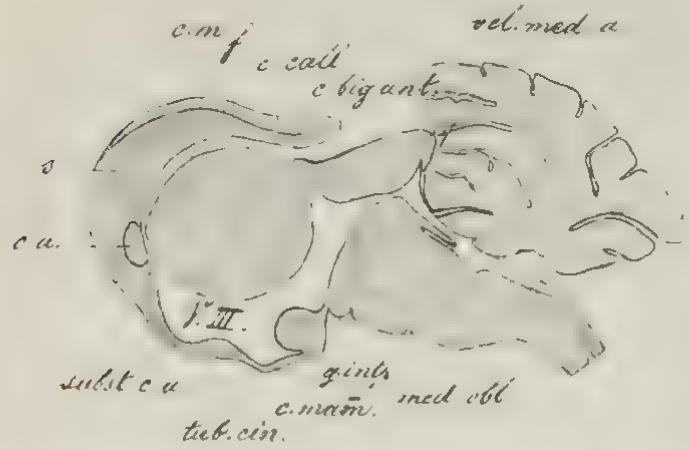


Fig. 6
ggl hypo
c hyg ant
c hyg post
tub ac.
c acust
fun gr. forn s

Fig 7.



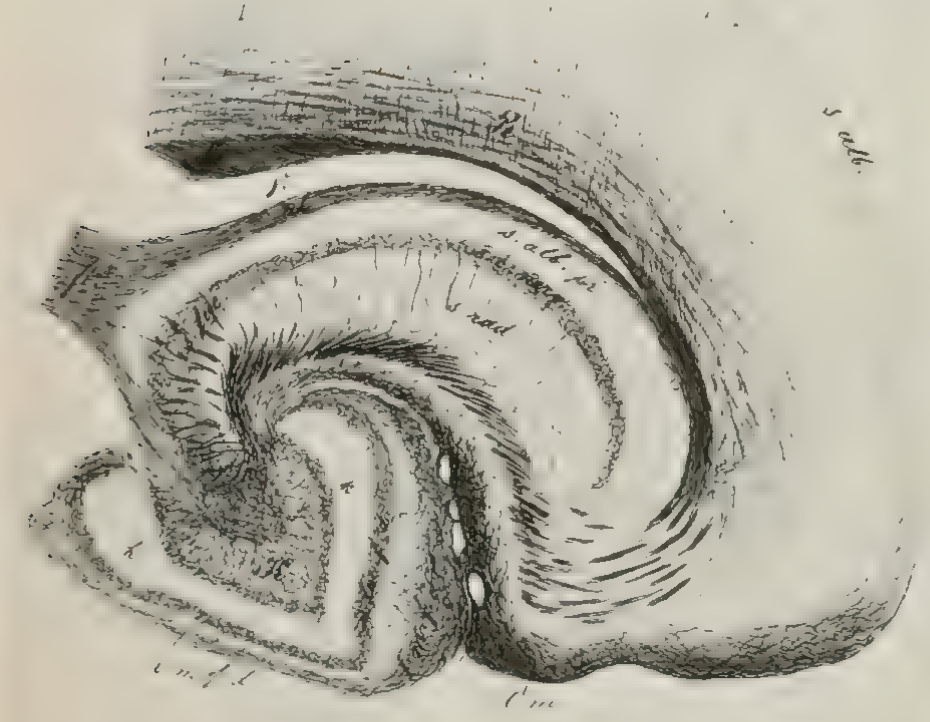


Fig 8

Dr. Ganser del. Verl. v. Wilh. Engelmann, Leipzig

Fig. 9.

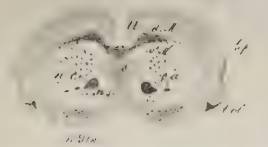


Fig. 13.

Fig. 17.

Fig. 12.

Fig. 14.

Fig. 18.

Fig. 11.

Fig. 15.

Fig. 19.

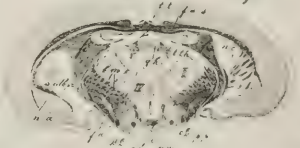


Fig. 12.

Fig. 10.

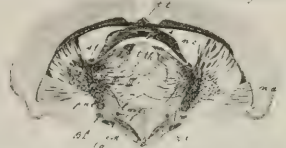


Fig. 20.

Fig. 22.

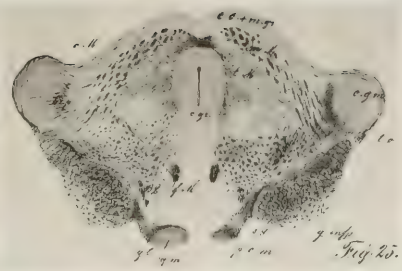


Fig. 25.

Fig. 21

Fig. 23

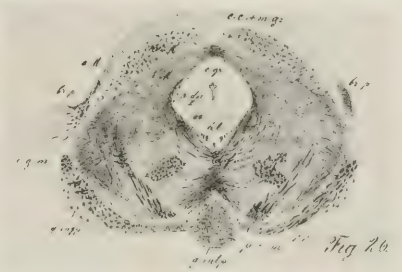


Fig. 26.

Fig. 27

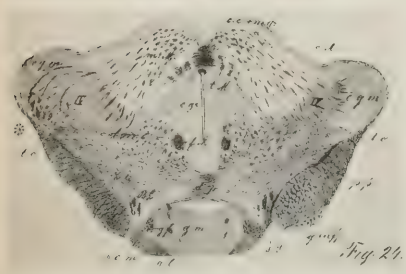


Fig. 24.

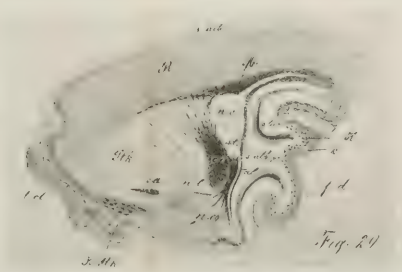


Fig. 24

Fig. 28

Fig. 30.

Fig. 32.

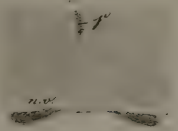


Fig. 34.

Fig. 36.

Fig. 33.

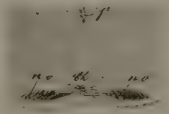


Fig. 35.

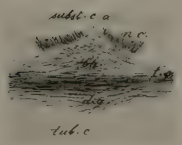


Fig. 31

Fig. 38.

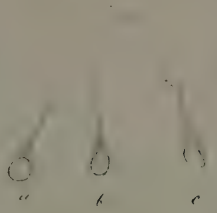


Fig. 39.

Fig. 37.

Lichtdruck v. Grimsen, Hannover.

s. t. Stria terminalis.
Stk. Streifenhügelkopf.
subst. c. a. Substantia cinerea anterior.
s. z. Stratum zonale thalami optici.
s. z. Ar. Stratum zonale Arnoldi.
th. Thalamus opticus
I vorderer Kern des Sehhügels.
II lateraler - - -
III medialer - - - ,
IV hinterer - - -
t. M. tiefes Mark des vorderen Zweihügels.
t. o. Tractus opticus.
t. Ol. Tractus olfactorius.
t. ol. K. Nervenkern, welcher zur Rinde des Lobus olfactor. gehörig, den Rest des Tractus olfactor. aufnimmt.
t. t. Taenia tecta.
t. th. Taenia thalami optici.
tub. ac. Tuberculum acusticum.
tub. cin. Tuber cinereum.
u. Ol. untere Olive.
u. Sch. untere Schleife.
vel. med. ant. Velum medullare anticum.
Verm. sup. Vermis superior.
v. M. ventrale Schicht des Hemisphärenmarkes.
x. Faserbündel, welches aus der mittleren Markschicht des vorderen Zweihügels in das röhrenförmige Grau tritt und gegen den Oculomotoriuskern zieht.
z. i. Zona incerta.
* Fasermasse, welche aus der inneren Kapsel stammt und in ihrem Verlauf nach hinten sich theils in den hinteren Thalamuskern, theils in den vorderen Zweihügel begiebt.

Nervenendigungen im Epithel.

Von

Dr. med. Wilhelm Pfitzner,
Assistent am anatomischen Institut zu Heidelberg.

Mit Tafel XXXIII.

Einer der streitigsten und weiterer Aufklärung im höchsten Grade bedürftigen Punkte in der Gewebelehre ist die Frage nach der Endigungsweise der Nerven. Es existiren hierüber eine solche Menge der widersprechendsten Angaben, dass allein das zu einer erschöpfenden Übersicht über den heutigen Stand dieser Angelegenheit erforderliche Litteraturverzeichnis eine stattliche Reihe von Druckseiten füllen würde. Ich will hier aber nicht eine Abhandlung über Nervenendigungen im Allgemeinen geben, wo dann eine solche Übersicht in dem einleitenden Theil unumgänglich sein würde, sondern einfach die Endigungsweise von Nerven in einem bestimmten Falle beschreiben.

Allen bisherigen Angaben gemeinsam ist der unbestimmte, den Zweifel nie ausschließende Charakter derselben. Mit Sicherheit kennt man Nerven eigentlich nur in ihrem Verlaufe; weder Anfang noch Ende sind genügend sichergestellt, und bei allen bisherigen Angaben über Nervenendigungen blieb es ungewiss, ob das gesehene und beschriebene Gebilde bereits das Ende der Nervenfaser sei oder ob es überhaupt noch zum Nerven gehöre. Dies gilt nicht nur für die komplicirteren »Endapparate«, sondern auch, und zwar ganz besonders, für die einfacheren Verhältnisse der Nervenendigungen im undifferenzirten Epithel der Hautdecken und deren Zubehör (Epithel der Cornea!). Dem gegenüber wird es von Interesse sein, wenn es mir gelungen ist, einfache Nervenendigungen überhaupt einmal mit einer solchen Sicherheit und Klarheit zur Darstellung zu brin-

gen, dass wir wenigstens in diesem einen Falle unbestreitbare Endigungen vor uns haben; und dass sowohl Methode als Objekt einfach genug sind, um einem Jeden die Möglichkeit zu gewähren, sich selbst von der Richtigkeit dieser Angaben zu überzeugen.

Die bisherigen Misserfolge der Bemühungen, die Endigungsweise der Nerven in den verschiedenen Geweben zu ergründen, sind hauptsächlich veranlasst durch den Mangel einer ausreichend vollkommenen Untersuchungstechnik. In der Histologie ist man nur noch allzusehr geneigt, den Begriff »Reagens« in einem Sinne zu nehmen, wie ihn die Chemie kennt, und suchte demgemäß nach einem Mittel, welches das, was wir »Nerv« nennen, mit derselben Sicherheit zum optischen Ausdruck bringen sollte, wie Blutlaugensalz die Anwesenheit von Eisen in einer Flüssigkeit. Man vergaß dabei, dass wir die Wirkung unserer histologischen Reagentien so gut wie gar nicht kennen. Wenn diese Wirkung auch von derjenigen, die das Wesen der im chemischen Laboratorium zur Anwendung kommenden Reagentien ausmacht, im Grunde und im Princip nicht verschieden sein kann — wenn auch sie eine Veränderung der chemisch-physikalischen Eigenschaften des zu untersuchenden Gegenstandes hervorrufen, die unter gleichen Umständen stets die gleiche sein muss — so ist der Vorgang doch ein unendlich viel komplicirterer. Dies ergiebt sich schon daraus, dass die zu untersuchenden Stoffe eine höchst verwickelte chemische Konstitution besitzen. Eisen bleibt Eisen, wo es auch vorkommen mag: aber ob ein Nerv immer aus gleichgebauten Molekeln zusammengesetzt ist, ist nicht allein zweifelhaft, sondern geradezu unwahrscheinlich. Nicht allein bei verschiedenen Thierspecies, oder bei verschiedenen Individuen, oder in verschiedenen Körpergegenden, nein, wahrscheinlich auch in verschiedenen Abschnitten ein und derselben Nervenfaser ist die chemische Konstitution ihrer Molekeln verschieden. Ja, an ein und derselben Strecke der Faser werden wir zu verschiedenen Zeiten verschiedene Molekeln finden: denn nach unseren heutigen Kenntnissen über das Wesen der vitalen Processe müssen wir sie wohl alle als Veränderungen in der Konstitution der Molekeln auffassen und können uns demgemäß die Funktion einer Nervenfaser nicht ohne gleichzeitig damit einhergehende chemische Veränderung der Nervenmolekeln vorstellen. Besteht ja wohl überhaupt das Charakteristikum der belebten Substanz, des »Protoplasma« im weiteren Sinn, darin, dass seine Molekeln einen Atomenkomplex darstellen, der sich

in einer Gleichgewichtslage befindet, welche in gewisser Breite Schwankungen zulässt, die sich selbstthätig wieder ausgleichen (ein einfaches Beispiel aus der anorganischen Chemie, das uns diesen Vorgang veranschaulichen kann, ist die Rolle der Salpetersäure bei der Fabrikation der englischen Schwefelsäure) und in dieser fortwährenden und stets sich wieder ausgleichenden Änderung der Konstitution der Molekeln besteht das »Leben«; ist das Wiederausgleichen unmöglich, so tritt der »Tod« ein. — Wir können demnach nicht hoffen, jemals Stoffe aufzufinden, die mit allem dem, was wir »Nerv« nennen, die gleiche chemische Reaktion geben (während man dies früher von der Osmiumsäure und später von den Goldsalzen wirklich erwartet hat); ja auch dann nicht, wenn wir annehmen wollten, dass ein solches Reagens nicht nur mit gleichen, sondern auch mit ähnlichen Verbindungen gleiche Reaktionen geben könne. Denn in der Welt der organischen Körper haben wir nicht so scharfe Grenzen wie in der anorganischen Chemie; da alle Gewebe aus ein und derselben Einheit, der Eizelle, in allmählicher Differenzirung hervorgegangen sind, so können wir zwischen den Molekeln des Nerven und denen des »Nichtnerven« keine scharfe Grenze ziehen. Indessen haben wir auf dem Wege der Erfahrung Mittel kennen gelernt, die uns eine rein anatomische Unterscheidung der einzelnen Gewebsbestandtheile erleichtern, indem sie die einen mehr verändern als die andern, und das sind unsere »histologischen Reagentien«. Ihre Wirkungsweise muss demnach auch anders aufgefasst werden als die der chemischen Reagentien: ein Kern ist nicht desshalb ein Kern, weil er sich mit Karmin roth färbt, sondern weil er in bestimmten, durch die Karminfärbung deutlicher erkennbaren Beziehungen zur Zelle steht. Und so ist auch ein Nerv nicht dann als solcher legitimirt, wenn er sich mit Goldlösung schwarz gefärbt hat, sondern wenn er eine Verbindung peripherer Apparate mit dem Centralorgan vermittelt. Indem man dies aber außer Acht ließ, hielt man die in einzelnen Fällen sichere Wirkung der Goldsalze in allen Fällen für beweisend; man verfolgte die Nerven, so weit sie durch den Niederschlag des reducirten Goldes sichtbar gemacht waren; wo dieser aufhörte, beschrieb man, namentlich wenn man sich sagen konnte: viel weiter kann der Nerv nicht mehr gehen, getrost eine Nervenendigung. War einerseits dadurch noch nicht bewiesen, dass man wirklich schon das Ende des Nerven vor sich hatte, so verfolgte man andererseits auch häufig den Nerven weiter, als er wirklich ging, da das Gold sich

auch durch andere Moleküle reduciren ließ: worauf einige Angaben über die Nerven der Cornea zurückzuführen sind.

Seit Cohnheim sich das große Verdienst um die Histologie erworben hat, die Anwendung der Goldsalze in die mikroskopische Technik eingeführt zu haben, sind eine Menge Modifikationen der ursprünglichen Methode angegeben, von denen jedoch keine den beabsichtigten Zweck, das Erzielen guter Resultate nicht mehr vom Zufall abhängen zu lassen, vollständig erreichte. Ich selbst habe mich lange Zeit vergebens abgemüht eine Methode ausfindig zu machen, mit deren Hilfe ich die Nerven in der Epidermis der Amphibien darstellen könnte: scheiterte jedoch stets daran, dass alle Methoden anderweitige Veränderungen in den Geweben hervorriefen, die die Nerven, die ich in großer Anzahl durch das Corium an das Epithel herantreten sah, weiter im letzteren zu verfolgen hinderten[1]. Nachdem ich diese Versuche wegen ihrer Erfolglosigkeit vorläufig aufgegeben hatte, wurde mir später einmal der Auftrag, Präparate von Achsencylindern für die Vorlesungs-Demonstration anzufertigen. Nach den mannigfaltigsten Versuchen fand ich endlich eine Methode, die sichere und hinlänglich befriedigende Resultate ergab: von einem in toto in Chromsäure gehärteten Salamander wurde ein Stück Nerv genommen, in Wasser zerzupft, mit Goldchloridlösung durchtränkt, darauf mit Ameisensäure behandelt und schließlich mit Hämatoxylin resp. Safranin gefärbt. Kerne und Achsencylinder waren intensiv blau resp. roth gefärbt, während alles Übrige vollständig ungefärbt blieb; aber auch die gefärbten Theile blieben vollständig durchsichtig.

Der Umstand, dass diese Methode bei richtiger Anwendung (s. unten) die Durchsichtigkeit des Präparates fast gar nicht beeinträchtigte, ließ mich hoffen, durch dieselbe auch die Nerven in der Amphibienepidermis darstellen zu können. Hatte mich früher die Undurchsichtigkeit des durch das in Körnchen ausgefällte Gold getrübten Präparats verhindert, die im Corium sichtbaren Nerven in die Epidermis hinein zu verfolgen und ihre Endigungsweise zu studiren[2], so erschien jetzt, nachdem dieses Hindernis fortgefallen, die Epidermis des gefleckten Salamanders bei der riesigen Größe ihrer Gewebselemente als dasjenige Objekt, das immerhin noch am günstigsten geeignet sei, das Verhältnis der Nerven zu den Epithelzellen festzustellen. Das Resultat dieser Versuche war folgendes:

[1] Die Epidermis der Amphibien. Morph. Jahrb. VI. pag. 514.
[2] l. c. pag. 514.

Alle festen, geformten Bestandtheile des Präparats waren außerordentlich scharf präcisirt, ohne dass das ganze Präparat eine wesentliche Einbuße an Durchsichtigkeit erlitten hatte: nirgends waren undurchsichtige Niederschläge von metallischem Gold entstanden. Dagegen war jedes Körnchen, jede Faser scharf unterscheidbar; jede Bindegewebsfibrille, jede Intercellularbrücke, jede fadige Anordnung des Zellprotoplasma trat scharf hervor. In den Kernen war, durch weitere Färbung noch mehr unterstützt, die geformte Substanz (Chromatin) von der Zwischensubstanz (Achromatin) viel schärfer als sonst zu unterscheiden: das Resultat der hierdurch ermöglichten genaueren Untersuchungen über den Bau des Zellkerns habe ich in einer inzwischen publicirten Abhandlung mitgetheilt[1].

Den Unterschied in den Wirkungen der beiden Anwendungsweisen des Goldchlorids: Anwendung auf frische Gewebe und auf solche, die vorher in Chromsäure[2] gehärtet sind, glaube ich so auffassen zu müssen: Bei ersterer wird metallisches Gold an geeigneten Stellen niedergeschlagen und markirt so den Verlauf von Nerven etc.; während bei letzterer eine Molekel Goldchlorid in irgend einer Form in die Protoplasmamolekel eintritt. Es ist also derselbe Unterschied, als wenn ich z. B. Zellgrenzen dadurch sichtbar mache, dass ich in den intercellularen Räumen einen Niederschlag von metallischem Silber hervorrufe, oder dadurch, dass ich durch geeignete Methoden die ganzen Zellen so färbe, dass die Zwischenräume negativ zur Beobachtung kommen.

Die Nerven waren bei dieser Behandlungsweise an genügend feinen Durchschnitten wieder in derselben Anordnung wie früher bis an das Epithel heran zu verfolgen — aber weiter leider nicht.

Hierdurch nicht wenig entmuthigt ließ ich den Gegenstand vorläufig wieder fallen, um meine Untersuchungen über Bau und Entwicklung der Froschepidermis wieder aufzunehmen. Bei der Untersuchung der jüngeren Larven störte mich nun der Umstand sehr, dass namentlich die unteren Epidermiszellen Gebilde enthalten, die den Kern meistens ganz verdecken, Gebilde, die Eberth[3] und kürzlich Leydig[4] beschrieben haben, ohne über deren Natur oder Funktion zu irgend welchen bestimmten Resultaten gekommen zu sein. An Flächenpräparaten fiel mir auf, dass diese Gebilde eine viel

---

[1] Über den feineren Bau der bei der Zelltheilung auftretenden fadenförmigen Differenzirung des Zellkerns. Morph. Jahrb. VII Heft 2.

[2] Bei Pikrinsäurepräparaten, wie hier nebenbei erwähnt sein möge, erhielt ich durch diese Methode keine brauchbaren Resultate.

[3] Zur Entwicklung der Gewebe im Schwanze der Froschlarven. Archiv f. mikr. Anat. II.

[4] Neue Beiträge zur anatomischen Kenntnis der Hautdecke und Sinnesorgane der Fische. Festschrift der Naturforsch. Ges. zu Halle. 1879.

regelmäßigere Form halten, als Eberth von Bombinator igneus beschreibt und abbildet (die Abhandlung von Leydig, der dieselben bei Larven von Pelobates fuscus und Hyla arborea beschreibt und sie regelmäßiger abbildet, ist mir erst vor Kurzem zugänglich geworden). Ich wurde dadurch veranlasst, sie auch mit der erwähnten Goldmethode zu untersuchen und machte dabei die höchst überraschende Entdeckung, dass die fraglichen Gebilde nichts Geringeres als intracellulare Nervenendigungen sind.

Bevor ich an die eingehendere Beschreibung der Befunde gehe, mögen hier die genaueren Einzelheiten der angewandten Methoden angeführt werden. Es sind z. Th. dieselben, die ich vor Kurzem für die Untersuchung der Kernstrukturen angegeben habe[1].

Ein Stückchen Epidermis, circa 6 mm breit, einer in Chromsäure gehärteten Froschlarve an einer möglichst pigmentarmen Hautstelle entnommen, wurde zwischen Hollundermark[2] gelegt und mittels des Thoma'schen Mikrotom eine größere Anzahl feiner Schnitte davon angefertigt. Man hat dabei darauf zu achten, dass das Hollundermark sich stets in der Schnittebene an das Präparat anschmiegt, ohne dasselbe einem größeren Drucke auszusetzen. Ist das Messer gut geschliffen, so erhält man Schnitte bis zu einer Dicke von 5 μ im Minimum, doch sind solche von 10—15 μ die vortheilhaftesten; bei 20 μ und darüber sind sie nur unter gewissen Umständen brauchbar. Diese Schnitte wurden in destillirtem Wasser abgewaschen, um den letzten Rest freier Chromsäure daraus zu entfernen (mindestens eine halbe Stunde; sie können auch ohne Schaden tagelang darin liegen bleiben). Die weitere Behandlung der Schnitte war eine verschiedene:

1) einfache Färbung

a) mit Safranin gefärbt und in Dammarlack eingeschlossen.

b) mit Hämatoxylin gefärbt und in Dammarlack,

c) oder in Glycerin eingeschlossen.

2) Goldmethode. Die Schnitte werden $^1/_4$—$^1/_2$ Stunde in 1%ige mit einer Spur Salzsäure angesäuerte Goldchloridlösung gelegt, unter Abschluss des Lichtes; dann sorgfältig ausgewaschen, in 5%iger Ameisensäure 12—24 Stunden der Einwirkung des Tageslichtes ausgesetzt, darauf wieder sorgfältig ausgewaschen; alles unter genauer Beobachtung der l. c. angegebenen Vorsichtsmaßregeln Hierauf

a) in Glycerin, oder

b) nach voraufgehender Färbung mit Safranin in Dammar eingebettet.

3) Osmiummethode. Die Schnitte werden $^1/_2$ Stunde oder länger in $^1/_2$%ige Osmiumsäurelösung gelegt, sorgfältig ausgewaschen und in Glycerin eingelegt.

Die Winzigkeit der Präparate — 6 mm lang, circa 100 μ breit und 10 μ dick — erfordert bei jeder Manipulation gutes Tageslicht und einen von unten durchleuchteten Arbeitstisch: letzterer am einfachsten herzustellen, wenn man an einer Cigarrenkiste Deckel und vordere Wand entfernt, und oben eine Glas-

[1] l. c.

[2] Wesshalb ich andere Einbettungsarten ausgeschlossen habe s. ebendaselbst.

platte, im Inneren einen schräg gestellten Spiegel anbringt, so wie nur mit Glasgefäßen manipulirt.

Die Schnitte müssen so wenig wie möglich mit einander in Berührung kommen, da sie sonst leicht mit einander verfilzen. — Selbst in dünnflüssigem Dammarlack legen sie sich bei ihrer geringen Breite häufig schräg oder gar senkrecht, ein Übelstand, dem sich wohl nicht vorbeugen lässt.

Bei der Betrachtung guter, nach den verschiedenen[1] Methoden angefertigter Präparate erkennt man Folgendes:

Alle Kerne sind durch ihre Färbung scharf markirt, überhaupt alle einzelnen Strukturen, Zellgrenzen etc. ungemein deutlich, jede Faser hebt sich von der anderen ab und lässt sich genau verfolgen, sowohl bei horizontalem als bei etwas schrägem Verlaufe; gute Beleuchtung und gute Linsen natürlich vorausgesetzt (schwache Wasser-, besser noch Ölimmersions-Systeme und Abbe'scher Beleuchtungsapparat). Was die Nerven anbetrifft, so beginne ich mit der Schilderung des Befundes bei einer Froschlarve, deren vordere Extremitäten noch unter dem Integument verborgen waren.

Das Corium besteht aus einer Schicht parallelfaserigen Bindegewebes, in der fast nie Kerne zu sehen sind; darunter kommt lockeres Bindegewebe mit Kernen, Blutgefäßen, Nerven etc. Aus diesem Unterhautbindegewebe sieht man glänzende, stark lichtbrechende Fasern an das Corium herantreten; sie verlaufen häufig Anfangs noch parallel der Oberfläche und biegen dann gegen dieselbe um, um mehr oder minder senkrecht das Corium zu durchsetzen, und in die Epithellage einzutreten, wo sie theils in den Basalzellen, theils, indem sie zwischen diesen Zellen aufwärts steigen, in den obersten Zellen endigen. Sowohl im Unterhautbindegewebe als im Corium, bisweilen auch noch in der Epidermis sieht man sie dichotomische Theilungen eingehen, ohne merklich an Durchmesser zu verlieren und ohne besondere Erscheinungen, wie Verdickungen oder Einschnürungen, aufzuweisen. Wir wollen zuerst ihr Verhalten in den Epithelzellen genauer ins Auge fassen, und beginnen dabei mit denjenigen Zellen, die dem Corium unmittelbar aufsitzen und die bei der Larve wie beim erwachsenen Thier ein Überwiegen des senkrechten Durchmessers zeigen (»Cylinderzellen«), im Gegensatz zu den darauf folgenden, bei denen der horizontale Durchmesser mehr überwiegt (Plattenzellen). In jede dieser Basalzellen treten von der Basis her zwei Fasern ein, meistens ziemlich weit entfernt von ein-

[1] Die jeweilig beste Methode ist durch die in Klammern beigesetzten Zahlen ausgedrückt.

ander (Fig. 1). Mit Safranin färben sie sich deutlich roth, beinahe so intensiv wie der Kern 2 *b*; bei 1 *a* tritt dies meistens erst mehrere Monat nach Anfertigung des Präparates, dann aber bisweilen überraschend deutlich, hervor, wodurch sie sich sehr scharf von der übrigen Zelle incl. Kern abheben: allerdings nur in den Basalzellen, deren Protoplasma beinahe ganz farblos und glasig durchsichtig ist, während das Corium nach der Goldbehandlung selbst einen gelbbräunlichen Ton angenommen hat. Die Fasern enden mit einer leichten knopfförmigen Anschwellung, während sie bis dahin eine gleichmäßige Dicke besitzen.

An Präparaten, die mit Safranin gefärbt sind (2 *b*) und bei denen, wegen der Einbettung in Dammarlack, die Fortsetzung der Faser im Corium und Unterhautbindegewebe nicht zu verfolgen ist (Fig. 1), gewinnt es bisweilen den Anschein, als sei die Faser an der Basis zu einer schwimmhautartigen Membran aufgelöst. Untersucht man jedoch eine solche Stelle mit Ölimmersion und passend gewählter schräger Beleuchtung, so gelingt es jedes Mal sich zu überzeugen, dass man es mit einer optischen Täuschung zu thun hat: noch leichter, wenn man mit grünem Licht mikroskopirt, wodurch überhaupt bei Safraninfärbung die Fasern ganz besonders plastisch hervortreten. Während die Fasern meistens an möglichst entfernten Punkten der Basis eintreten, nähern sich ihre Endknöpfchen häufig sehr. In vielen Fällen scheinen sie in einander zu fließen und es gewinnt den Anschein, als habe man eine spitzwinklige Schlinge vor sich. Auch hier kann man sich mit Ölimmersion und namentlich mit der beweglichen schrägen Beleuchtung des ABBE'schen Apparates überzeugen, dass eine optische Täuschung vorliegt, indem die Endknöpfchen in derselben optischen Achse, aber in verschiedenen Ebenen liegen.

Die Fäden verlaufen in der Zelle entweder annähernd gestreckt oder biegen dicht an der oberen Wand um, um sich wieder mehr der Basis zu nähern; ja sie können dann noch eine zweite Krümmung erleiden, so dass das Endstück wieder nach oben gerichtet ist. Bei gebogenem Verlaufe haben sie natürlich relativ zum senkrechten Durchmesser eine größere intracellulare Länge als bei gestrecktem. Es scheint als wäre im Allgemeinen der gebogene Verlauf bei jüngeren Larven häufiger als bei älteren, also als nähme die relative Länge mit dem Alter ab: doch liefern meine bisherigen Beobachtungen noch nicht genügende Beweise für ein solches Verhalten, welches vielleicht für die ontogenetische Entwicklung nicht ohne Bedeutung wäre (s. unten).

Die gekrümmt verlaufenden Fasern sieht man häufig den Kern so zu sagen umkreisen, indem sie über ihn hinwegziehen, sich um seinen oberen Rand herumkrümmen, um am unteren Rande wieder zum Vorschein zu kommen und zum zweiten Male aufwärts zu steigen (mehr als höchstens $1^1/_2$ Umgänge habe ich bei meinen bisherigen Präparaten nicht beobachten können). Wenn nun gar beide Fasern sich so verhalten, bedarf es häufig der feinsten optischen Hilfsmittel und der größten Aufmerksamkeit, um den wahren Verlauf festzustellen und optische Täuschungen zu vermeiden.

Eine solche Täuschung, der man gar häufig ausgesetzt ist, ist die, dass die eine oder beide Fasern in den Kern einzutreten scheinen. Die Täuschung ist leichter nachzuweisen, wenn die Faser hinter den Kern getreten ist; schwieriger, wenn das Endstück vor dem Kern liegt. Im letzteren Falle, namentlich bei stark gekrümmtem Verlauf der Faser, also bei mehr als $^1/_1$ Umgang, hält man leicht das intensiv gefärbte Endknöpfchen für ein Kernkörperchen. Es ist dann bisweilen recht schwer, die relative Lage von Kern und Endknöpfchen zu bestimmen. Dass aber die Faser nie in den Kern hinein, noch weniger aber an das Kernkörperchen tritt (welche Meinung bekanntlich von einigen Autoren vertreten wird), beweisen Präparate anderer Art, nämlich Flächenansichten.

Um diese zu gewinnen, kann man kleinere Hautfetzen in toto mit Safranin färben; bessere Präparate geben die mit Goldchlorid und Safranin (2*b*) behandelten Schnitte ab, von denen sich immer eine Anzahl, namentlich bei größerer Dicke, so hinlegt, dass die freie Oberfläche horizontal liegt[1]. An diesen kann man sich überzeugen: 1) dass die Faser auf dem optischen Querschnitt stets gleichmäßig rund und, mit Ausnahme des Endknöpfchen, von gleicher Dicke ist: 2) dass die Faser in keinem Abschnitte ihres Verlaufes den Kern oder die Zellwand unmittelbar berührt. Bei guter Beleuchtung und recht empfindlichen und scharfen Linsen (Ölimmersion) kann man an diesen Präparaten den Verlauf der beiden Nervenfasern mittels feiner Bewegungen der Mikrometerschraube genau verfolgen; man erhält so eine Reihe von auf einander folgenden optischen Querschnitten, aus denen man, wie aus einer Schnittserie den Bau des Embryo,

[1] Die Goldsafraninmethode giebt nur bei feinen Schnitten, nicht aber bei größeren Hautstücken gute Resultate; bei letzteren giebt die mangelnde Gleichmäßigkeit der Einwirkung Anlass zu verschiedenen Unzuträglichkeiten.

das räumliche Verhältnis zwischen Nervenfaser und Kern sich genau konstruiren kann.

Was die Basalzellen zum Studium dieser Verhältnisse so geeignet macht, ist die eigenthümliche glasige Beschaffenheit ihres Zellprotoplasmas, die ihm eine größere Durchsichtigkeit verleiht, als dem meisten anderen Protoplasma zukommt. Diese Eigenthümlichkeit begünstigt selbstverständlich gar sehr das Erkennen von solchen in ihm enthaltenen Differenzirungen, die ein stärkeres Lichtbrechungs- oder ein besonderes Färbungsvermögen besitzen. Sie ist aber nicht bei allen Larven gleich. Am stärksten ausgeprägt war sie bei den jüngsten Larven, und nimmt mit dem Auswachsen immer mehr ab[1]. Dem entsprechend kann man diese Nervenendigungen nur bei jüngeren Larven und nur in den Basalzellen mit der oben geschilderten Deutlichkeit in allen Einzelheiten erkennen. Mit der Größenzunahme nimmt die Durchsichtigkeit dieser Zellen mehr ab und das Protoplasma zeigt immer mehr eine körnige und damit trübere Beschaffenheit, wodurch gleichzeitig der intercellulare Verlauf der Nervenfäden immer schwieriger erkennbar wird. Indessen findet man selbst noch bei jungen Fröschen nach gänzlichem Verluste des Schwanzes an feinen Querschnitten genug günstige Stellen, um sich zu überzeugen, dass das Verhältnis bei ihnen noch unverändert fortbesteht. Die Nervenverzweigungen, die wegen der inzwischen erfolgten Ausbildung der Hautdrüsen nicht mehr so regelmäßig das Corium durchsetzen, sondern in den Räumen zwischen den Drüsen zusammengedrängt sind, treten auch hier unter wiederholter gabliger Theilung in das Epithel ein und erhält jede Basalzelle ihre zwei Nervenendigungen.

Dasselbe gilt von den oberhalb der Basalzellen gelegenen, mehr abgeplatteten Zellen. Dieselben hatten schon bei den jüngsten der von mir untersuchten Froschlarven eine Beschaffenheit, die ungefähr der der Basalzellen zur Zeit der Metamorphose entspricht. Aber auch hier ließ sich stets an geeigneten Stellen beobachten, dass die Nerven sich zu ihnen in derselben Weise verhalten wie zu den Basalzellen: jede Zelle, selbst die oberflächlichsten (diejenigen, die den bekannten gestrichelten Cuticularsaum besitzen), empfängt ihre

[1] Bei noch jüngeren als den damals benutzten Larven ist das Protoplasma noch nicht so günstig beschaffen; in frühen Embryonalstadien ist das Verhältnis sogar noch weit ungünstiger als jenseits der Metamorphose. (Nachtrag.)

zwei, mit leichter knopfartiger Anschwellung im Zellprotoplasma, zwischen Kern und Zellwand endigenden Fasern. Diese Fasern gelangen zu den Zellen, indem sie zwischen den darunter liegenden, also in den Intercellularräumen, verlaufen, wobei man öfters, wie bereits bemerkt, dichotomische Theilungen beobachten kann. Je älter die Larve ist, desto schwieriger sind die Nervenendigungen bei diesen Zellen wahrzunehmen. — Wie sie sich beim Verhornungsprocess verhalten, habe ich mit diesen Methoden nicht ergründen können; es ist aber wohl als sicher anzunehmen, dass sie dabei zu Grunde gehen, sowohl physiologisch als morphologisch.

Waren mir so die physikalischen Bedingungen klar geworden, unter denen man bei den hier angewandten Methoden die Nerven aus dem Corium in die Epithelzellen hinein verfolgen kann, so begriff ich jetzt den Grund auch, wesshalb ich sie bei der Salamanderlarve in der Epidermis nicht zu finden vermocht hatte. Hier ist erstens das Zellprotoplasma schon zur Zeit der Geburt viel dunkler und trüber, und zweitens haben schon die durch das Corium an das Epithel herantretenden Fasern einen viel geringeren Durchmesser als bei der Froschlarve — zwei Übelstände, die von vorn herein schließen ließen, dass bei diesen Methoden die Nervenendigungen sich nur an besonders günstigen Stellen würden auffinden lassen. Indessen gelang es mir jetzt bei geschärfter Beobachtungsgabe, sie an den früher hierfür als ungeeignet betrachteten Präparaten dennoch aufzufinden und ich kann dasselbe, was ich für die Froschlarve angegeben, auch für die Salamanderlarve bestätigen. Es bedurfte allerdings aller Hilfsmittel der modernen mikroskopischen Technik, um sie mit Sicherheit von ähnlichen Erscheinungen aus einander zu halten und nicht mit Randreflexen oder protoplasmatischen Strukturen zu verwechseln. Auch bei der Salamanderlarve empfängt jede Epidermiszelle, sowohl die indifferenten als die einen Cuticularsaum tragenden und die sekretorischen Leydig'schen Zellen, ihre zwei Nervenendigungen. —

Es würde nun noch übrig sein nachzuweisen, dass diese Gebilde auch wirklich Nervenendigungen sind. Dass sie nicht der Epithelzelle allein angehören, wie Eberth und Leydig von den analogen Gebilden bei Bombinator igneus, Pelobates fuscus und Hyla arborea angenommen haben, sondern dass sie noch in engerer Verbindung mit dem Corium stehen, ergiebt sich schon daraus, dass sie aus dem Epithel in Verbindung mit dem Corium herausgezogen werden können: wenn an einem Schnitte das Epithel abgelöst ist, ragen

sie häufig frei über das Corium hervor[1]: wie sollten aber frei im Inneren einer Zelle gelegene Gebilde mit dem Corium in Verbindung bleiben können, wenn die Zelle selbst sich abgelöst hat? Dazu ist doch wohl erforderlich, dass sie in specieller Verbindung mit dem Corium stehen und zwar in festerer als die Epithelzellen. Aber sie lassen sich ja auch rückwärts, d. h. aus dem Epithel in das Corium hinein, verfolgen, zwar nicht jedes Mal, aber doch bei der Anwendung der hierfür geeigneten Methoden (bei 2*b* nicht, wie Fig. 1 zeigt; aber sehr gut bei 3, wie Fig. 2, ferner bei 2*a*, und häufig auch bei 1*c*, aber erst, wenn die Präparate einige Wochen alt sind). Da sie in verschiedener Richtung, häufig recht schräg, an das Epithel herantreten, so darf man natürlich nicht erwarten, sie in jedem einzelnen Fall rückwärts verfolgen zu können, im Gegentheil wird es mehr Ausnahme sein, wenn die einzelne Faser in größerer Länge genau in der Ebene des Schnittes verläuft. Dickere Schnitte sind nicht durchsichtig genug und bei ganz feinen fällt eben in der größeren Mehrzahl der weitere Verlauf außerhalb des Schnittes; bei einer größeren Anzahl von Schnitten hat man indess Aussicht, häufiger solche günstigen Stellen zu treffen, wie ich in Fig. 2 abgebildet habe. Man sieht dann die Fasern in der abgebildeten Weise aus dem lockeren Unterhautbindegewebe hervorkommen, sich hier oder im Corium verzweigen und durch letzteres hindurch in die Epithelzellen eintreten.

Wenn man nun auch dieses Verhalten bei einer größeren Anzahl von Präparaten häufig genug finden kann, um mit der wünschenswerthesten Sicherheit die ununterbrochene Kontinuität der in den Epithelzellen endigenden und der im Unterhautbindegewebe so deutlich hervortretenden Fasern konstatiren zu können, so beweist dies doch die nervöse Natur der Fasern noch nicht genügend: wenn man auch dies als die wohl allein mögliche Erklärung eines solchen Verhaltens für genügend beweiskräftig halten könnte, so wird der volle Beweis doch erst dadurch geliefert, dass man sie bis zu unzweifelhaften Nerven hin verfolgen kann. Nun ergaben an Salamanderhaut angestellte Vergoldungsversuche, wie ich früher mitgetheilt habe[2], dass dort die Nerven sich in feine, senkrecht durch das Corium gegen das Epithel aufsteigende Äste verzweigen. Man könnte nun

[1] Überreste der Epithelzelle können dann am Fußende der Endfäden ebenfalls jenes Bild eines schwimmhautartig verbreiterten Ansatzes vortäuschen, von dem ich oben gesprochen.

[2] Morph. Jahrb. VI. pag. 515.

schon mit gewisser Berechtigung schließen, dass man hier die, damals nicht zu eruirenden, Fortsetzungen solcher Fäden habe; ich habe mich indessen auch ganz direkt überzeugen können. War es schon ein Ausnahmefall, wenn an einer Stelle des Schnittes die epitheliale und die coriale Verlaufsstrecke der Faser in dieselbe Ebene gefallen waren, so sind natürlich erst recht wenig Chancen, dass der so dünne Schnitt auch noch ein Stück der markhaltigen Nervenfaser mit einschließe. Ich muss es desshalb mehr als einen glücklichen Zufall betrachten, wenn ich unter meinen vielen Präparaten auch nur eins fand, das mir diesen direkten Zusammenhang klar und durchaus zweifellos zeigte. An diesem Präparate, das von einer älteren Larve stammte, sah man Folgendes:

Eine Anfangs noch deutlich markhaltige Nervenfaser wurde marklos und löste sich auf[1] in eine Menge Fasern, die theils mehr die ursprüngliche Richtung (parallel zur Oberfläche der Epidermis) beibehielten, theils mehr oder minder steil zum Epithel emporstiegen, indem sie sich noch weiter verästelten. Von letzteren konnte ein Theil bis an das Epithel heran, ein Theil sogar in die Zellen hinein verfolgt werden, so dass ich mehrere Mal mit absoluter Sicherheit den ununterbrochenen Zusammenhang des Endknöpfchens mit der markhaltigen Nervenfaser konstatiren konnte.

Ist hierdurch die nervöse Natur dieser Gebilde sicher gestellt, so behalten sie doch noch manches Räthselhafte. Namentlich dürfte der Umstand, dass sich stets zwei Nervenendigungen in jeder Zelle finden, in physiologischer Beziehung das größte Interesse darbieten. Dabei ist es von großer Wichtigkeit, dass es nie gelingt, beide Endigungen einer Zelle zu einem gemeinsamen Ursprunge zurückzuverfolgen; die beiden Äste einer gabelförmigen Theilung versorgen stets zwei verschiedene Zellen. Die Zweizahl muss also etwas Typisches sein, eine funktionelle Begründung haben. Bei den komplicirteren Sinnesapparaten im Integument der höheren Thiere haben wir, wie es scheint, stets nur Eine Nervenendigung (oder wenigstens nicht, wie hier, zwei gleich stark entwickelte). Sollten wir daher hier eine primitivere Form vor uns haben, in der beide Leitungsarten, central und peripher, noch vereinigt sind?

Wir trennen die Nerven, nach der Richtung ihrer Leitung, in

[1] Betreffs der Verästelungen der Nerven in der Haut der Froschlarve (excl. Epithel) verweise ich auf: Hensen, Über die Entwicklung der Gewebe und der Nerven in dem Schwanze der Froschlarve, Arch. f. mikr. Anat. IV, da ich die dort gemachten Angaben vollkommen bestätigt gefunden habe.

sensible und motorische, wobei wir zu den letzteren auch die sekretorischen etc. rechnen. Nun können wir uns wohl denken, dass in dem Stadium, wo sich aus der Epidermis weder besondere sensorische noch sekretorische Apparate differenzirt hatten, mithin die indifferenten Epidermiszellen beide Funktionen gemeinschaftlich besaßen, jede Zelle einer centripetalen und einer centrifugalen Leitung, also im Minimum zweier Nerven bedurfte. Aber auch als sich im Integumente Drüsen und Sinnesorgane ausgebildet hatten, gaben die indifferent gebliebenen Zellen ihre bisherigen Funktionen nicht sofort gänzlich auf; sowohl die empfindende als auch die secernirende Thätigkeit wird, wenn auch in beschränkterem Umfange, noch beibehalten, und damit ist das Fortexistiren der beiden Leitungen vorläufig noch gesichert.

Fragen wir uns aber, woher stammt ursprünglich der Nerv? worin haben wir seine allerersten und einfachsten Anfänge zu suchen?

Ich will hier nicht auf die allerniedrigsten Formen eingehen; ich werde ohnehin in einer demnächst erscheinenden Arbeit mich näher mit dieser Frage beschäftigen. Nehmen wir das Centralorgan bereits als gegeben an, und fragen wir uns, wie dieses einerseits mit den sensiblen, andererseits mit den motorischen Endapparaten in Verbindung treten kann. Ein sekundäres Heranwachsen der Nervenfaser wäre doch wohl nicht gut denkbar, da wir dann für die Zwischenstufen keine Begründung hätten; und eine Entwicklung kann doch nur da stattfinden, wo nicht allein das Endresultat, sondern auch der Anfang und das Fortschreiten, kurz jeder Punkt des Entwicklungsganges seine funktionelle Motivirung findet. Wir müssen also annehmen, dass der Zusammenhang ein ursprünglicher ist, dass er schon bestand, als Centralorgan und Endapparat noch nicht differenzirt, also als beide noch indifferente Blastodermzellen waren. Nun haben wir einen solchen Zusammenhang in einer Einrichtung, die erst in neuerer Zeit bekannt geworden resp. richtig aufgefasst ist, in den sog. »Intercellularbrücken«.

Das Princip der unter diesem Namen bekannt gewordenen Strukturen besteht darin, dass alle Zellen des betr. Gewebes durch Ausläufer ihrer Substanz kontinuirlich mit einander zusammenhängen, so dass also das Protoplasma der einen Zelle durch Vermittlung dieser strangförmigen Verbindungen ohne Unterbrechung in das der anderen Zelle übergeht. Ich habe nun gefunden, dass diese Art der Zellverbindung überall vorkommt, dass sie allemal die einzige ist, wo überhaupt in einem Organismus Zellen mit einander in Verbindung

stehen. In späteren Entwicklungsstadien der verschiedenen Gewebsarten hat sie bisweilen so weitgehende Modifikationen erlitten, dass es schwer hält, alsdann das Grundprincip festzustellen, wenn man nicht die Entwicklungsgeschichte zur Hilfe nimmt; an der Hand der letzteren aber lässt sich stets nachweisen, dass die Verbindung durch mehr oder minder veränderte Intercellularbrücken bewirkt wird. Näheres hierüber werde ich demnächst mittheilen; hier sei nur so viel erwähnt, dass ich sie nicht nur in der Epidermis, wo sie schon länger bekannt sind, sondern auch in allen sog. echten Epithelien (der Schleimhäute und Drüsen), ferner im Endothel der Gefäße, im Chordagewebe, in den Zellen, aus denen später der hyaline Knorpel hervorgeht, so wie im Blastoderm eines frischgelegten Hühnereies nachweisen konnte. Geht aus dem Angeführten hervor, dass alle Gewebselemente eines Organismus, wenigstens so lange sie noch einen epithelialen Charakter bewahren, in ununterbrochenem protoplasmatischen Zusammenhange stehen, so gewinnen wir damit eine Basis für Versuche, die Nerven von einfacheren Einrichtungen abzuleiten.

Der ganze Organismus kann also in einem gewissen Stadium funktionell als eine einzige ungetrennte Protoplasmamasse angesehen werden, während er, anatomisch betrachtet, bereits aus einer großen Anzahl Zellen zusammengesetzt, oder, richtiger ausgedrückt, in eine große Anzahl Protoplasmabezirke (i. e. Zellen) abgetheilt ist. Nun wissen wir, dass auch dem undifferenzirten Protoplasma ein Leitungsvermögen innewohnt: Reizungen eines Punktes der Oberfläche eines einzelligen Organismus (Protisten) oder einer selbständigen Zelle (Lymphkörperchen) rufen eine Reaktion des gesammten Protoplasmas hervor. In jenem Stadium also, wo der vielzellige Organismus in Wirklichkeit eine einheitliche Protoplasmamasse darstellt, können Reize, also Bewegungserscheinungen irgend welcher Art, die diese Protoplasmamasse an einem beschränkten Ort treffen, der ganzen Masse mitgetheilt werden, von der einen Zelle nach jeder beliebigen anderen fortgepflanzt werden. Betrachten wir dagegen einen hochausgebildeten Organismus, so sehen wir, dass Reize nur von bestimmten Zellen zu bestimmten Zellen fortgeleitet werden können; wir finden also jenem Zustande gegenüber eine Beschränkung in der Zahl der Bahnen, die eine Fortpflanzung der mitgetheilten Bewegung ermöglichen; ferner eine Beschränkung in der Richtung der Fortleitung (central oder peripher, nicht beides zugleich); dafür aber eine Erhöhung der Fortpflanzungsgeschwindigkeit. Diese Erscheinung: Beschränkung in der Zahl der funktionirenden Apparate in Verbindung mit einer Steigerung ihrer

Leistungsfähigkeit, finden wir nun aber überall, wo sich aus einem primitiven Organ ein vollkommeneres herausdifferenzirt. Wir dürfen daher auch wohl einen umgekehrten Schluss machen und aus dem nachgewiesenen Vorhandensein analoger Anfangs- und Endstadien darauf schließen, dass auch ein derartiger Entwicklungsgang stattgefunden hat: dass also das Primitivstadium, in welchem der ganze Organismus wie eine einheitliche Protoplasmamasse funktionirt, mit dem ausgebildeten Zustand, in dem ein besonderes Nervensystem zur Ausbildung gekommen ist, genetisch zusammenhängen. Ohne allzusehr auf die Einzelheiten einzugehen, können wir sagen: Ein Theil der durch die Intercellularbrücken repräsentirten protoplasmatischen Zusammenhänge bildete sich (wie, lassen wir hier unberührt) zu besonderen Nervenbahnen aus, während die übrigen nur noch den mechanischen Zusammenhang der Zellen vermittelten oder höchstens noch eine sehr beschränkte Nebenleitung ermöglichten.

Die Umwandlung des Protoplasmas in eine nervöse Leitungsbahn beruht auf Änderung der physikalischen Eigenschaften der einzelnen Bestandtheile; es ist somit verständlich, dass auch optisch ein Unterschied zwischen dem Nerven und ihn umgebendem indifferenten Protoplasma auftritt. Nicht minder verständlich ist, dass der Nerv, der dem Protoplasma einer Zelle Reize mittheilen oder solche von ihm aufnehmen soll, nicht in der wandständigen Schicht (sog. Zellmembran), sondern annähernd im Centrum, also in der Nähe des Kerns, endigt. Dagegen kann er nicht in den Kern eintreten, da er sich erst aus dem Protoplasma herausdifferenzirt hat, als schon längst eine Sonderung von Kern und Protoplasma bestand.

Die Leitungsrichtung des Nerven, ursprünglich indifferent, wird durch die Funktion des centralen und des peripheren Endapparates, die er mit einander verbindet, bestimmt. Hat man hier, wie oben angenommen wurde, im peripheren Endapparat zwei verschiedene Funktionen, so ist dadurch das Fortbestehen zweier verschiedener Nervenarten: mit centrifugaler und mit centripetaler Leitung, gegeben. Nach dem für Differenzirungen allgemein gültigen Gesetze möglicher Beschränkung der Anzahl bleiben also hier zwei Nerven erhalten. Geht eine der beiden oder beide Funktionen verloren, so wird sich auch der Nerv zurückbilden; denn im lebenden Organismus fällt alles, was nicht mehr funktionirt, der Vernichtung anheim. Bildet sich daher in der Zelle die eine Funktion auf Kosten der anderen besonders aus, so wird der der letzteren entsprechende Nerv

wahrscheinlich degeneriren, so weit er eben auf die betreffende Zelle angewiesen ist, d. h. also bis zur nächsten Theilungsstelle oder bis zur nächsten Ganglienzelle; dasselbe wird stattfinden müssen, sobald die Zelle beide Funktionen einbüßt, z. B. verhornt.

Auf diese Weise ungefähr könnte man es erklären, dass wir hier zwei, dagegen z. B. in den specifischen Sinnesepithelien nur eine Nervenendigung finden; ob mit Recht, müssen freilich erst weitere Untersuchungen ergeben.

Hier sind jedenfalls zwei Leitungen de rigueur, das beweist nicht nur der Umstand, dass wir fast immer zwei nachzuweisen vermögen, sondern namentlich das Verhalten der Nerven bei der Zelltheilung. Im Allgemeinen war das von mir benutzte Material nur wenig geeignet hierüber Auskunft zu geben, da es nur spärliche Theilungserscheinungen aufwies. Indessen ist das in Fig. 4 abgebildete Präparat so demonstrativ, dass es vorläufig genügen mag, bis es durch das Auffinden weiterer Formen ergänzt wird. Es ist eine Basalzelle mit zwei, bereits ziemlich weit aus einander gerückten Tochterkernen, aber noch ohne Andeutung einer Abschnürung des Zellleibes. Vom Unterhautbindegewebe aus dringen zwei Nervenästchen *a* und *b* vor, die sich im Corium *c* gablig theilen; von jeder Gabel geht ein Ast zu dem einen, der andere zum anderen Tochterkern. Also noch lange bevor die Zelltheilung vollendet ist, besitzt bereits jede Zellhälfte zwei Nervenendigungen, die aber verschiedenen Gabeln angehören. Ich habe in Fig. 5 für den ganzen Vorgang ein hypothetisches Schema entworfen, welches wohl wenig Erläuterungen bedarf: eine Zelle in sechs verschiedenen Theilungsstadien mit den beiden ursprünglichen Nervenendigungen *a* und *b*. Während der Kern *k* in die beiden Kernhälften k_1 und k_2 zerfällt, bildet sich von *a* aus eine Leitung zu der dem Kern k_2 entsprechenden Kernhälfte und von *b* zu k_1. Ob der neue Endnerv (a_1 und b_1) aus dem ursprünglichen hervorknospet oder ob er sich im Anschluss an ihn aus den Molekeln des Zellprotoplasmas herausdifferenzirt, wie ich in der Zeichnung angenommen habe, oder ob eine direkte Längsspaltung stattfindet, muss sich durch weitere Untersuchungen ergeben.

Ich habe, wie ich in der Einleitung ausdrücklich bemerkte, hier nur einen bestimmten Fall von einfachen Nervenendigungen beschrieben und verwahre mich entschieden gegen jeden Verdacht, als wolle ich diese Beobachtungen ohne Weiteres generalisiren; es handelte sich immer nur um das Verhalten der Nervenendigungen im

Integumente während einer bestimmten Entwicklungsperiode des Frosches. Verschiedene Gründe haben mich bisher verhindert, die Beantwortung von Fragen zu versuchen, die sich uns dabei unwillkürlich aufdrängen müssen.

So fehlte mir das Material, um die früheren Stadien zu untersuchen[1]. Ich habe oben angedeutet, dass der intracellulare Theil der Nervenendigung bei jüngeren Thieren vielleicht eine relativ größere Länge besitzt. Will man mit mir die Nervensubstanz sich direkt aus und in dem vorhandenen Protoplasma differenziren lassen, so ist ein solches Verhalten wohl erklärlich, ja es würde durchaus nicht wunderbar erscheinen, wenn in früheren Stadien dieses oder eines verwandten Thieres dem intracellularen Abschnitte nicht nur eine unverhältnismäßig viel größere Länge, sondern auch eine viel weniger regelmäßige Gestalt zukäme, als die eines einfachen drehrunden, mit knopfförmiger Anschwellung endigenden Fadens; so dass also die angeführten Beobachtungen von Eberth und Leydig sich den meinigen ohne Schwierigkeit anreihen ließen. — Andererseits erwiesen sich eben die Methoden als unzureichend, als es sich darum handelte festzustellen, wie sich die Nervenendigungen verhalten, wenn die betr. Zelle degenerirt resp. eliminirt wird. Ein solches Ereignis, das nach meiner Ansicht bei den typischen Wasserthieren Fische und Amphibienlarven) nur in pathologischen Fällen vorkommt, wird weiterhin ein typischer Vorgang, sobald sich nämlich ein wahres Stratum corneum gebildet hat: Häutung[2]. Ich vermuthe nun, dass in solchen Fällen die Nervenendigungen der Zelle bis zur nächsten Gabelung degeneriren und verschwinden, da sie selbständig, ohne die Zelle, nicht fortzuexistiren vermögen.

Schließlich würde es sich noch darum handeln, nachzuforschen, ob die hier beschriebene Nervenendigungsart eine phylogenetisch wichtige Entwicklungsstufe darstellt. Abgesehen davon, dass noch nachgewiesen werden muss, ob sie bei den Larvenformen der Amphibien allgemein vorkommt, muss noch erst untersucht werden, welche Veränderungen sie während der ganzen Lebenszeit des Amphibium erleidet (denn sowohl bei ganz jungen Larven als bei ausgewachsenen, geschlechtsreifen Fröschen habe ich ihr Verhalten ja noch nicht

[1] Inzwischen angestellte Untersuchungen haben leider zu keinen Resultaten geführt. Wie schon erwähnt, war bei noch jüngeren und namentlich bei den allerjüngsten Entwicklungsstadien das Protoplasma wieder so undurchsichtig, dass ich gar nichts mehr sah. (Nachtrag.)

[2] Morph. Jahrb. VI. pag. 517 seq.

feststellen können) und ob sie sich einerseits an die bei den Fischen, andererseits an die bei den höheren Wirbelthieren bestehenden Verhältnisse anreihen lässt. Für den ersten Punkt dürften uns die von Leydig[1] gemachten Angaben über bei einigen Fischarten gemachte Beobachtungen einigen Anhalt geben: für den letzten wäre das Integument der Embryonen der Amnioten darauf zu prüfen, ob die hier beschriebene Endigungsweise einer embryonalen Entwicklungsstufe jener entspräche[2]. Sollte sich meine Vermuthung bestätigen, dass diese Endigungsweise, wie ich sie bei der Froschlarve sichergestellt zu haben glaube, bei den Amphibien während des ganzen Lebens persistirt, bei den höheren Wirbelthieren aber eine Entwicklungsstufe darstellen, aus der die komplicirten Einrichtungen, die wir bei Säugethier und Mensch kennen, hervorgegangen sind, so eröffnet sich uns damit eine Aussicht auf ein besseres Verständnis der letzteren. Wir dürfen dann hoffen, die Tastkörperchen, Endkolben etc. etc. sämmtlich auf Modifikationen innervirter Epithelzellen, die sich erst sekundär zu einem einheitlichen Organ mit ungleichwerthig gewordenen Elementarbestandtheilen differenzirt und dann von der Epidermis abgeschnürt haben, zurückführen zu können. Der ganze Bau dieser Organe, über den die Angaben noch immer so weit aus einander gehen, wird wohl nicht eher mit Sicherheit festgestellt werden können, bis wir seine Entstehung durch alle einzelnen Stadien hindurch verfolgt haben, was bis jetzt, so viel ich weiß, noch Niemand in einigermaßen genügender Ausführlichkeit versucht hat. Es gilt für sie, was für alle streitigen Punkte in der Histologie gilt: nicht mittels

---

[1] l. c.

[2] Meine inzwischen angestellten Untersuchungen haben zu ganz unerwarteten Resultaten geführt. Nicht nur bei erwachsenen Fröschen und Salamandern, sondern selbst bei Säugethieren (Schnauze junger Hunde und Haut vom Knie eines erwachsenen Mannes) fand ich mehr als genügende Andeutungen, dass sich auch dort dasselbe Verhältnis findet, d. h. dass selbst beim Menschen jede Zelle des Stratum mucosum in der beschriebenen Weise mit zwei intracellularen Nervenendigungen versehen ist. Danach bliebe also der indifferente Zustand noch nebenbei bestehen, wenn sich schon längst hochdifferenzirte Nervenendorgane ausgebildet haben. Ich bemerke indessen, dass meine Präparate noch nicht vollkommen genug sind, um jeden Zweifel ausschließen zu können; sie schienen mir indessen vollauf genügend, um an diesem Ort als vorläufige Mittheilung angeführt zu werden, und hoffe ich demnächst in der Lage zu sein, ausführlichere und entscheidendere Mittheilungen über diese Frage machen zu können. (Nachtrag.)

immer subtilerer Untersuchungsmethoden, sondern auf entwicklungsgeschichtlichem Wege ist ihre Lösung zu erreichen. Kein Verständnis eines fertigen Gebildes ohne Kenntnis seiner Entstehung; keine Anatomie ohne Entwicklungsgeschichte!

Heidelberg, im März 1881.

Erklärung der Abbildungen.

Tafel XXXIV.

Fig. 1. Nervenendigungen in der Epidermis einer jungen Froschlarve.
e Epidermis. *c* Corium.
Chromsäure — Goldchlorid — Ameisensäure — Safranin — Dammar.

Fig. 2. Dasselbe. Die Nerven sind auch in Corium und Unterhautbindegewebe (*u*) sichtbar.
Chromsäure — Osmiumsäure — Glycerin.
(Kerne und Nerven sind aus praktischen Gründen in der Zeichnung roth dargestellt.)

Fig. 3. Flächenansicht des Hautepithels einer jungen Froschlarve.
k Kern. *n* Nerven.
Chromsäure — Safranin — Dammar.

Fig. 4. Basalzelle mit zwei Tochterkernen und vier Nervenendigungen.
Chromsäure — Goldchlorid — Ameisensäure — Hämatoxylin — Glycerin.
(Nerven roth dargestellt wie bei Fig. 2.)

Fig. 5. Schema des Verhaltens der Nervenendigungen bei der Zelltheilung (s. Text).

Nachträgliche Bemerkung zu der Mittheilung über die Pars facialis des menschlichen Thränenbeins.

Von

C. Gegenbaur.

Zu der pag. 173 dieses Bandes gegebenen Mittheilung möchte ich noch zufügen, dass auch W. Gruber in seiner sorgfältigen Abhandlung über den Infraorbitalrand, ähnliche Fälle, wie ich sie beschrieben, angeführt hat. Er sagt daselbst: »Der Infraorbitalrand kann nebst dem Zygomaticum und Maxillare superius in seltenen Fällen noch von einem kleinen auf den Infraorbitalrand herausgerückten Theile des Endes des Hamulus lacrymalis mit gebildet werden.« (Mém. de l'Acad. imp. des sciences de St. Pétersbourg VII. Série Tome XXIV, No. 3 pag. 3.)

Bei dem großen Material, welches dem genannten Autor zu Gebote steht, und doch nur »seltene Fälle« jener von mir als theromorphe gedeuteten Bildung ergab, sind meine Angaben als eine Bestätigung der Gruber'schen anzusehen; im Übrigen war der Zweck meiner Mittheilung ein anderer, und wird durch jene Abhandlung nicht alterirt.

Heidelberg, Februar 1882.

Druck von Breitkopf & Härtel in Leipzig.

Morphologische
Morphologische
JUN 12 1964
NOV 14 1967
DEC 27 1967
MAY 10 197
11 12 6 LAR
GRA
AN
MAX
2 05 0 RES
VER
NOV 18 1983

AMNH LIBRARY
100130339